STORIA
NATURALE,
GENERALE E PARTICOLARE

per servire di seguito

ALLA TEORIA DELLA TERRA

e d'introduzione

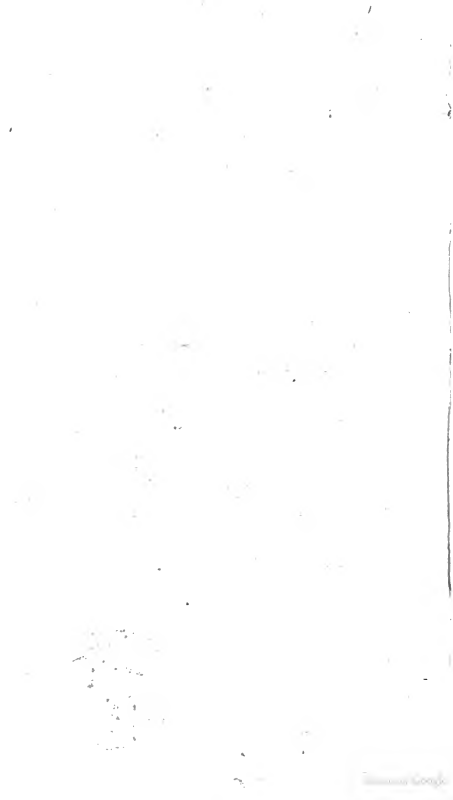
ALLA STORIA DE' MINERALI

DEL SIG. CONTE

DE BUFFON

INTENDENTE DEL GIARDINO DEL RE,
DELL' ACCADEMIA FRANCESE, E
DI QUELLA DELLE SCIENZE, ec.

SUPPLEMENTO, Tomo II.

IN MILANO. MDCCLXXVIII.
APPRESSO GIUSEPPE GALEAZZI
REGIO STAMPATORE. *Con Approvazione.*

STORIA NATURALE.

INTRODUZIONE
ALLA STORIA DE' MINERALI.

PARTE ESPERIMENTALE.

MEMORIA TERZA.

Osservazioni sulla natura della Platina.

SI è veduto poc' anzi che, fralle sostanze da me esaminate, non già le più dense, ma bensì le meno fusibili richiedono maggior tempo a ricevere, e perdere il calore; e che il ferro, e lo smeriglio, che sono le materie metalliche più difficili a fondersi, si scaldano eziandio, e si raffreddano più lentamente dell'

altre. La platina è la sola nella Natura che potrebbe più agevolmente essere penetrata dal calore, e insieme conservarlo più a lungo del ferro. Questo metallo, di cui non è molto che se ne discorre, pare il più difficile a fondersi; perciocchè il fuoco de' migliori forni non è violento quanto basti a produrre quest' effetto, anzi nemmeno valevole ad unirne i piccoli grani, i quali tutti sono angolari, ottusi, duri, e nella forma somiglianti d'assai ad una grossa limatura di ferro, di colore però alquanto giallognolo. E quantunque questi si possano, senza l'aggiunta di altro fondente, rendere liquidi, e ridurre in massa mediante il fuoco d'un buono specchio ustorio; non è perciò, che la platina non esiga maggior calore della miniera, e limatura di ferro, le quali, ai forni delle nostre fucine agevolmente liquefacciamo. Dall'altra parte, essendo la platina molto più densa del ferro; le due qualità di densezza, e di resistenza alla fusione s'uniscono in questa materia, e rendonla meno di tutte l'altre accessibile ai progressi del calore. Mi persuado dunque che la platina occuperebbe il primo luogo della mia Tavola, e posta sarebbesi prima del ferro, se avessi potuto sperimentarla, ma non m'è stato possibile il procacciarmene un globo del diametro d'un pollice, perchè la medesima non ri-

trovasi che in grani [1], e sì ancora perchè quella ch' è in massa non è pura, essendovisi, affine di fonderla, aggiunte altre materie, che ne hanno alterata la natura. Uno de' miei amici [2], uomo di molto spirito, che ha la bontà di spesso prender parte nelle mie idee mi diede l'occasione di fare alcune ricerche su questa sostanza metallica per anco rara, e non ben conosciuta. I Chimici che hanno lavorato dietro la platina, la risguardarono come un metallo nuovo, perfetto, di suo genere, particolare, e diverso da tutti gli altri, e dippiù ci assicurarono che il suo peso sia a un di presso eguale a quello dell' oro; dal quale per altro questo ottavo metallo essenzialmente differiva dal non avere l'istessa duttilità, nè la stessa fusibilità. Io confesso d'essere d'opinione diversa, anzi del tutto opposta; poichè una materia, cui manchi la duttilità, e la fusibilità, non vuole essere posta nel ruolo de' metalli, le proprietà essenziali e comuni dei quali sono

[1] Un uomo degno di fede mi ha assicurato però che ritrovasi alcune volte della platina in massa, della quale egli stesso ne aveva un pezzo di venti libbre non mai stato fuso, ma cavato dalla miniera medesima.

[2] Il Sig. Conte de la Billarderie d'Angivillers dell' Accademia delle Scienze, Intendente *in sopravvivenza* del Giardino e Gabinetto del Re

appunto l'essere fusibili, e duttili; nè la platina dopo l'esame ch' io ho potuto farne mi è sembrata essere un nuovo metallo, differente da tutti gli altri, ma un miscuglio, una composta di ferro, e d'oro formata dalla Natura, nella quale la quantità dell' oro parmi superare quella del ferro: ecco i fatti su i quali credo di poter appoggiare questa opinione.

Di otto once, e trentacinque grani di platina somministratami dal Sig. d'Angivillers ch' io ho avvicinato ad una forte pietra di calamita, non ne rimase che un' oncia, una dramma, e ventinove grani; essendosi la calamita portato via tutto il resto all' incirca di due dramme; le quali si sono ridotte in polvere, che attaccata ai fogli di carta, gli ha profondamente anneriti, come dirò in seguito. Se dunque presso a sei settimi del totale vennero attratti dalla calamita, questa quantità tanto considerevole, relativamente al tutto, ci obbliga a credere che il ferro entri nell' intima sostanza della platina; anzichè v'entri in buondato. V'ha di più; ed è, che se io annojato non mi fossi di queste sperienze, le quali durarono parecchi giorni, avrei fatto attrarre dalla calamita una gran parte ancora di quanto rimaneva dalle otto once, perciocchè, quando s'è ritirata la calamita, osservavasi ch' essa ne andava distaccando ancor

qualche grano a uno a uno, ed alcuna volta fin due. Evvi dunque nella platina molto ferro, nè con essa ritrovasi semplicemente mischiato come materia estranea, ma unito intimamente fino a formar parte della sua sostanza; o se ciò negar vogliasi, bisognerà supporre che nella Natura esista un' altra materia, sulla quale, siccome sul ferro, operi la calamita, la qual supposizione gratuita verrà distrutta dagli altri fatti ch' io sono per riferire.

Tutta la platina ch' io ho avuto occasione di esaminare, mi parve frammischiata di due materie differenti; una nera, e molto amica della calamita; l'altra in più grossi grani d'un bianco livido, un po' giallastro, e molto meno magnetica della prima; tra le quali due materie, che sono gli estremi di questa specie di misto, vi si ritrovano tutte le gradazioni intermedie tanto per riguardo al magnetismo, quanto rispetto al colore, ed alla grossezza de' grani. I più magnetici, che nel tempo stesso sono e più neri, e più piccioli, facilmente si riducono in polvere con uno sfregamento assai leggiero, e tingono la carta bianca d'un colore medesimo ch' il piombo strofinato. Di fatti i sette fogli di carta, di cui ci siamo successivamente valsi a presentare la platina all'azione della calamita s'annerirono in tutta l' estensione occupata dalla medesima,

gli ultimi meno dei primi a misura ch'essa si andava separando, e che i grani che rimanevano erano meno neri, e meno magnetici. I grani più grossi, che sono i più coloriti, e meno magnetici, invece di ridursi in polvere come i piccoli grani neri, sono all'opposto durissimi; e comechè resistenti a qualunque triturazione, scorgonsi nondimeno suscettibili di maggior distensione, se pongansi in un mortajo d'agata [3] sotto i colpi replicati d'un pistello d'egual materia. Con tal mezzo io ne ho appiattiti ed allungati molti grani fino al doppio, e al triplo dell'estensione della loro superficie; ciocchè dimostra avervi nella platina un certo grado di malleabilità, quantunque la porzione nera duttile non sembri, nè malleabile. I grani intermedj partecipano delle qualità de' due estremi; sono crudi, e duri, romponsi, o più difficilmente s'allungano sotto i colpi del pistello, e somministrano un poco di polvere nera sì, ma molto meno della prima.

Avendo raccolta questa polvere nera, e i grani più magnetici che la calamita aveva in sulle prime attratti, riconobbi che il tutto era vero ferro, in uno stato però dif-

---

[3] *Nota*. Non ho voluto distenderli sull'acciajo per paura di comunicar loro più magnetismo di quello che hanno naturalmente.

ferente dell'ordinario. Perciocchè, se il ferro si riduce in polvere, o in limatura, si carica di umidità, facilmente irrugginisce, ed a misura che vien preso dalla ruggine, perde di qualità magnetica, la quale svanisce assolutamente allorquando è interamente, ed intimamente irrugginito; laddove questa polvere di ferro, o per dir meglio, questa sabbia ferrugigna che ritrovasi nella platina, per quanto rimanga esposta all' umido, non è soggetta alla ruggine: essa è inoltre meno fusibile, e meno d'assai solubile del ferro ordinario, il che ugualmente succede al ferro, il quale dall'ordinario non varia, se non per una maggior purezza. E realmente questa sabbia altro non è che ferro assolutamente spogliato da tutte le parti combustibili, saline, e terrestri che scorgonsi nel ferro ordinario, e nello stesso acciajo; se non che questa vestita sembra, e ricoperta d'una vernice vitrea, che la guarda da qualunque alterazione. Degnissimo poi di considerazione si è che questa sabbia di ferro puro non si ottiene soltanto dalla miniera di platina ad esclusione delle altre, avendone io ritrovato, benchè sempre in poca quantità in molti luoghi, ove si erano scavate le miniere del ferro che si lavora nelle mie ferriere. Siccome però io sono avvezzo a replicatamente sperimentare tutte le miniere che

faccio tagliare prima di passare a servirmene in grande all' uso de' miei fornelli, restai non poco sopraffatto in vedere che alcune di queste miniere, che sono tutte in grani, nissuna delle quali è attratta dalla calamita, contenevano nondimeno delle particelle di ferro ritondette, e lucenti come la limatura di ferro, e pochissimo diverse dalla sabbia ferrugigna della platina; tutte similmente magnetiche, poco fusibili, e difficilmente solubili: tale fu il risultato del paragone ch' io ho fatto della sabbia della platina, e di questa trovata in due delle mie miniere di ferro all' altezza di tre piedi, ed in terreni facilmente penetrabili dall' acqua. E poichè io non potevo concepire senza stento donde potessero derivare queste particelle di ferro; come esse avessero potuto conservarsi dalla ruggine dopo essere state per qualche secolo esposte all' umido della terra, e finalmente come questo ferro, magnetico quanto mai, potesse aver avuto origine nelle vene di miniere niente affatto magnetiche, mi rivolsi all' esperienza, e coll' ajuto della medesima mi sono su questo punto schiarito quanto bastava per esserne soddisfatto. Sapevo già per un gran numero d'osservazioni che nissuna delle nostre miniere di ferro in grani può essere attratta dalla calamita: ero altresì persuaso, come anche presentemente il sono, che

tutte le miniere di ferro magnetiche hanno acquistata questa proprietà dall' azione del fuoco; che le miniere del Settentrione, le quali tanto posseggono di questa forza magnetica, che per rintracciarle si valgono della bussola, riconoscono anch' esse la loro origine dall' elemento del fuoco, laddove tutte le nostre miniere in grani che sono nient' affatto magnetiche non hanno sofferta giammai l'azione del fuoco, e non sono state formate che col mezzo, o coll' interponimento dell' acqua. Ho dunque stimato che questa sabbia ferrugigna, e magnetica ch' io trovavo in piccola quantità nelle mie miniere di ferro dovesse la sua origine al fuoco; nella quale idea io mi sono confermato dopo d'averne esaminato il sito. Il terreno in cui ritrovasi questa sabbia magnetica è un bosco, nel quale fino da' tempi più rimoti v'erano, ed anche presentemente vi sono fornelli di carbone; sito in cui probabilmente saranno successi degli incendj considerevoli. Il carbone, e la legna bruciata in gran quantità producono la scoria di ferro, la quale racchiude la parte più fissa del ferro contenuto ne' vegetabili; e questo ferro fisso egli è appunto quello che forma la sabbia sopraccennata, qualora la scoria, per l'azione dell' aria, del Sole, e delle pioggie, venga a scomporsi; perciocchè allora le particine del ferro puro

niente soggette alla ruggine, o a qualsivoglia altra specie d'alterazione, via lascianfi dall' acqua trasportare, e con essa insinuansi nella terra alla profondità di qualche piede. Quanto ho quì detto si potrà verificare pistando della scoria di ferro bene abbruciata; poichè vi si ritroverà sempre per entro una piccola quantità di ferro puro, la quale stata essendo ritrosa all' azione del fuoco, resiste ugualmente a quella de' discioglienti, e non si lascia prendere dalla ruggine [4].

---

[4] Ho osservato nel Gabinetto di Storia Naturale delle sabbie ferruginose della stessa specie di quella delle mie miniere, le quali mi sono state mandate da diversi siti, e sono egualmente magnetiche. Se ne ritrova a Quimper in Brettagna, nella Danimarca, nella Siberia, a San Domingo; ed avendole messe tutte al confronto, ho veduto che la sabbia ferrugigna di Quimper rassomigliava di più alla mia, dalla quale non era diversa che nel peso specifico alquanto maggiore. Quella di San Domingo è più leggiera; quella di Danimarca è meno pura e più frammischiata di terra; quella di Siberia è in massa ed in pezzi grossi come un dito, sodi pesanti ed obbedienti alla calamita quanto il ferro puro. Non è dunque presumibile che queste sabbie magnetiche, prodotte dalla scoria di ferro trovinsi tanto comunemente, quanto la scoria stessa, ma solo in quantità assai minore. Egli è raro che se ne ritrovino ammassi un poco considerevoli; e questo è il motivo per cui esse sfuggirono le ricerche della maggior parte dei Mineralogisti.

Dopo d'essermi su questo punto soddisfatto, e d'aver insieme, la sabbia cavata dalle mie miniere di ferro, e dalla scoria del medesimo con quella della platina, paragonate quanto bastasse a non poter dubitare della loro identità; fatto riflesso allo specifico peso della platina, non vi volle gran tempo a pensare, che, se questa sabbia di ferro puro prodotta dallo scomponimento della spuma del medesimo, invece di essere in una miniera di ferro, ritrovata si fosse in vicinanza d'una miniera d'oro, essa, unendosi a quest'ultimo metallo, formato avrebbe una lega, la quale sarebbe stata assolutamente della stessa natura della platina. Si sa che l'oro, e il ferro hanno un buon grado d'affinità, anzichè una piccola quantità del medesimo è contenuta in quasi tutte le miniere di ferro. Inoltre non è ignota l'arte di dare all'oro la tinta, il colore, e perfino la crudezza del ferro col fonderli insieme, del qual oro color di ferro noi ci serviamo a variamente colorare i diversi lavori d'oro, così detti *bijoux*. Quest'oro unito al ferro riesce più o meno grigio, più o meno crudo giusta la quantità di ferro che entra nel miscuglio; ed io ne ho veduto d'una tinta assolutamente simile al color della platina. Avendo chiesto ad un Orefice qual fosse la proporzione dell'oro, e del ferro in questa mischia,

egli m' ha detto che di 24 carati l'oro non arrivava che a diciotto, e che vi entrava un quarto di ferro, la qual proporzione, se giudicarne vogliamo dal peso specifico, noi la vedremo quasi uguale a quella, che trovasi nella platina naturale. E siccome quest' oro frammischiato di ferro è più duro, più crudo, e specificamente più leggiero del puro; perciò tutte queste convenienze e qualità comuni colla platina m' hanno persuaso che questo preteso metallo altro non sia veramente che una composta d'oro e di ferro, non mai una sostanza particolare, un metallo nuovo, perfetto, e differente da tutti gli altri, come i Chimici hanno preteso.

Noi possiamo altronde rissovvenirci che la lega comunica crudezza a tutt' i metalli, e che qualora segua in essi penetrazione, cioè accrescimento di peso specifico, tanto più cruda si fa la composta, quanto più grande è la penetrazione, e più intimo il miscuglio, come scorgesi nella lega così detta *metallo di campane*, quantunque formata essa sia da due metalli di per se duttilissimi. Ora, niente essendo più crudo, nè più pesante della platina, ciò avrebbe dovuto farcela supporre una lega fatta dalla Natura, un miscuglio di ferro e d'oro, il cui peso specifico deriva in parte da quest' ultimo metallo, ed in gran parte ancora dalla penetrazione delle due materie, ond' è formata.

Questo peso specifico della platina non è però sì grande, come i nostri Chimici l'hanno divulgato. Questa materia trattata sola, e senza aggiunta difondente, essendo assai difficilmente riducibile in massa, poichè al fuoco dello specchio ustorio non se ne possono ottenere che masse piccolissime; ed essendo le sperienze idrostatiche fatte su piccoli volumi, tanto difettose che non se ne può far caso niente, m'è parso che siasi preso abbaglio nello stabilire il peso specifico di questo minerale. Ho posto in un piccolo tubo di penna della polvere d'oro, che pesai colla maggior esattezza; nello stesso canaletto ho messo ancora un egual volume di platina, e vidi ch'essa pesava quasi una decima parte meno della polvere d'oro, la quale era per altro troppo fina d'assai in confronto della platina. Il Sig. Tillet che ad una profonda cognizione de' metalli accoppia il raro talento di far delle sperienze colla maggior precisione ha di buon grado rifatta a mia istanza quella del peso specifico della platina relativamente all' oro puro. A questo fine si è anch' esso servito d'un tubetto di penna; ed avendo colla cisoja fatto tagliare l'oro di 24 carati; e ridurre per quanto era possibile alla grossezza de' granelli della platina, dopo otto ripetute sperienze ritrovò che il peso della platina da quello dell' oro puro variava all'

incirca d'un quindicesimo; noi abbiamo però amendue osservato che i grani d'oro tagliati colla cisoja avevano gli angoli assai più acuti della platina, la quale esaminata colla lente s'accostava molto alla forma de' sassuolini condotti dall' acque, gli angoli de' quali sono ottusi: essa è inoltre meno ruvida al tatto, laddove i grani di quest' oro tagliato colla cisoja avevano degli angoli acuti, e delle punte taglienti per modo, che collocare non si potevano, nè adattare gli uni sopra gli altri sì agevolmente come quelli della platina; mentre all' opposto la polvere d'oro, di cui mi sono valso era dell' oro in paglivole quale ritrovasi nella sabbia de' fiumi. Queste paglivole s'adattano molto meglio le une sulle altre; e comecchè tra queste, e la platina io vi abbia trovata la differenza nel peso specifico all' incirca d'un decimo, esse non sono però ordinariamente d'oro puro, mancandogliene bene spesso più di due o tre carati, ciò che nella ragione istessa diminuire ne deve lo specifico peso. Il perchè, tutto bene considerato, ed insieme paragonato, abbiam creduto di poter giustamente attenerci al risultato delle mie sperienze ed assicurare che la platina in grani, tal quale è prodotta dalla Natura, è a dir poco un undicesimo, od un dodicesimo meno pesante dell' oro. Questo errore di fatto per rap-

porto alla solidità della platina, secondo ogni apparenza deriva dal non averla pesata nel suo stato naturale, ma soltanto dopo averla ridotta in massa: e siccome questa fusione non può aversi se non coll' aggiunta di altre materie, e col mezzo d'un fuoco violentissimo, essa non è già più platina pura, bensì un composto, penetrato dalle materie fondenti, e spogliato per mezzo del fuoco dalle parti più leggiere.

Così la densità della platina invece di essere uguale, o quasi uguale a quella dell' oro, come la pretesero alcuni Autori che scritto ne hanno, essa non è che media tra quella dell' oro, e quella del ferro, avvicinantesi però un po' più a quella di questo primo metallo, che a quella del secondo. Supponendo adunque che il piede cubico d'oro pesi mille trecento ventisei libbre, e quello del ferro puro cinquecento ottanta; quello della platina in grani si troverà pesare incirca mille e cento novantaquattro libbre, il che, quando non vi sia penetrazione, farebbe supporre che in questa lega vi avesse più di tre quarti d'oro sopra un quarto di ferro: ma siccome colla calamita se ne attraggono sei settimi, vi sarebbe luogo di credere che il ferro v'entrasse in quantità maggiore di un quarto, tanto più che persistendo in questa sperienza, io sono persuaso che s'arriverebbe con

una forte calamita a levare fino all'ultimo grano tutta la platina. Non devesi però quindi conchiudere che il ferro vi si contenga in una quantità così grande poichè allorquando questa lega si unisce all'oro per mezzo della fusione, ne risulta una massa, la quale quantunque poco ferro contenga, viene attratta dalla calamita. Ho veduto io stesso nelle mani del Sig. Baumè un bottone di questa lega del peso di sessantasei grani, nel quale v'entravano soli sei grani, cioè un undecimo di ferro, eppure obbediva facilmente all' azione d'una buona calamita. Ciò posto potrebbe bene la platina contenere un solo undecimo di ferro sopra dieci d'oro, e ciò non ostante produrre gli stessi fenomeni, cioè venir totalmente attratta dalla calamita, il che perfettamente concorderebbe collo specifico peso, ch'è un dodicesimo minore di quello dell'oro.

Quello però che m'induce a credere che la platina contenga più d'un undecimo di ferro sopra dieci d'oro, si è che la lega risultante da questa proporzione conservasi ancora color d'oro, e assai più gialla della platina più colorita, e acciocchè essa riesca precisamente del color naturale della platina, abbisogna d'un quarto di ferro sopra tre quarti d'oro: quindi è che io inclino moltissimo a pensare che nella platina esista realmente questa quantità d'un quarto

di ferro. E dopo parecchie sperienze io ed il Sig. Tillet ci siamo assicurati che la sabbia di questo ferro puro contenuto nella platina è più pesante della limatura del ferro ordinario; questa causa unita all'effetto della penetrazione basta a rendere ragione della grande quantità di ferro contenuta sotto il piccol volume indicato dallo specifico peso della platina.

Del resto, siccome io non fui mai in istato di così profondamente esaminare la cosa, come avrei desiderato, egli è perciò possibilissimo che in alcuna delle conseguenze che mi è parso dover dedurre dalle mie osservazioni risguardanti questa sostanza metallica, ingannato mi sia. Quanto ho detto però è quello che mi è caduto sott'occhio, e che forse potrà giovare a spargere maggior luce su questa materia.

Prima Aggiunta.

Io ero appunto in procinto di pubblicare questi miei foglj, quando avendo a caso comunicato le mie idee sulla platina al Sig. Conte de Milly molto intendente in Fisica, ed in Chimica, n'ebbi in risposta che della natura di questo minerale esso portava opinione poco o niente diversa dalla mia. Mandai allo stesso la suddetta Memoria da esaminare; ed egli dopo due giorni ebbe la bontà d'inviarmi le osservazioni seguenti

ch' io credo buone quanto le mie, e che egli medesimo m' ha permesso di pubblicare unitamente.

„ Pesai esattamente trentasei grani di „ platina, e dopo d' averla stesa su d' un „ foglio di carta bianca per poterla meglio „ osservare con una buona lente, vi ho „ scorto, o almeno ho creduto di scorgervi „ assai distintamente tre sostanze differenti: la prima, che era la più abbondante, aveva lo splendore metallico; la „ seconda vetriforme tendente al nero rassomigliava d' assai a una materia metallica ferrugigna che abbia sofferto un grado di fuoco considerevole, come appunto le scorie di ferro volgarmente dette „ *schiuma di ferro*; la terza meno copiosa „ delle prime due, era una sabbia d' ogni „ colore, nella quale però soverchiava il „ giallo, ossia il color di topazzo. Ciascun „ grano di sabbia considerato a parte rappresentava de' cristalli regolari di diversi „ colori, ed io ne scoprii persino de' cristallizzati in forma di aghi sessagoni, terminanti in piramidi, come il cristallo di „ monte; onde altro non m' è sembrata „ questa sabbia se non uno sminuzzamento di cristalli di monte, o di quartzo di „ diversi colori.

„ Mi sono proposto di dividere colla possibile esattezza queste differenti sostanze

„ per mezzo della calamita, di separarne
„ quella parte ch'era più facilmente at-
„ tratta da quella che lo era meno, e fi-
„ nalmente da quella ch'era nè punto nè
„ poco magnetica, per poi in seguito esa-
„ minare ciascuna di esse, e sottoporla a
„ diverse prove chimiche, e meccaniche.

„ Ho messe a parte le particine della pla-
„ tina ch'erano state attratte con prestez-
„ za alla distanza di due o tre linee, cioè
„ senza il contatto della calamita, e per
„ tale sperimento mi sono valso d'una buo-
„ na calamita fattizia del Sig. Abbate....
„ Toccai in seguito colla medesima il me-
„ tallo, e tolsi via, e posi di per se tutto
„ quello che ha voluto cedere allo sforzo
„ magnetico. Pesai poscia il rimanente che
„ quasi non poteva più essere attratto, e
„ questa materia del tutto nitrosa, ch'io
„ chiamerò *n.* 4., pesava ventitre grani:
„ la più amica della calamita, *n.* 1., pe-
„ sava quattro grani: quella del *n.* 2. anch'
„ essa quattro grani; e cinque quella del
„ *n.* 3.

„ Quella del *n.* 1. esaminata colla lente
„ non dimostrava che un miscuglio di par-
„ ticelle metalliche d'un bianco imperfetto
„ accostantesi al grigio, schiacciate, e ri-
„ tondette a guisa di sassolini, o di sab-
„ bia nera vetriforme, somigliante alla
„ schiuma di ferro pista, in cui scorgevansi

„ delle parti affatto irrugginite , e a dir
„ breve ſimili a quelle che veggiamo nelle
„ ſcorie di ferro ſtate eſpoſte all' umido.

„ Quella del *n.* 2. ci offeriva a un di
„ preſſo la ſteſſa coſa , ſe non che fra le
„ parti metalliche , le quali vi ſi ritrova-
„ vano in copia maggiore , pochiſſime era-
„ no irrugginite.

„ Quella del *n.* 3. era la medeſima coſa;
„ ma le parti metalliche erano più volu-
„ minoſe , e raſſomigliavano ad un metal-
„ lo fuſo , e gittato nell' acqua a fine di
„ dividerlo in acini : eſſe erano inoltre ap-
„ piattite , e capaci di prendere qualunque
„ configurazione , ma tonde nei margini
„ come i ſaſſolini che ſieno ſtati rotolati ,
„ e levigati dall' acque.

„ Quella del *n.* 4. , che non era ſtata
„ rapita dalla calamita (ſebbene alcune
„ parti di eſſa indicaſſero ancora qualche
„ ſenſibilità al magnetiſmo , ogni qualvol-
„ ta ſi faceva ſcorrere la calamita ſulla
„ carta ove erano diſteſe) era una meſco-
„ lanza di ſabbia , di parti metalliche , e
„ di vera ſcoria di ferro , friabile ſotto le
„ dita che anneriva come la ſcoria di fer-
„ ro ordinaria. Queſta ſabbia ſembrava
„ compoſta di piccoli criſtalli di topazzo ,
„ di corniola , e di criſtallo di monte , ed
„ avendone piſtato qualche criſtallo ſu di
„ un pezzo d'acciajo , eſſo ha reſo una

„ polvere simile alla vernice polverizzata:
„ lo stesso feci colla schiuma di ferro, la
„ quale si schiacciò colla maggior facilità,
„ e mi presentò all'occhio una polvere nera
„ ferrugigna, la quale niente meno della
„ schiuma ordinaria, anneriva la carta.

„ Le particelle metalliche di quest' ulti-
„ ma materia (*n.* 4.), mi parvero più ce-
„ denti al martello di quelle del *n.* 1.,
„ ciocchè me le ha fatte supporre conte-
„ nenti meno ferro delle prime. Di quì
„ ne siegue che la platina potrebbe benis-
„ simo altro non essere se non un miscu-
„ glio di ferro, e d'oro fatto dalla Natu-
„ ra o fors' anche per opera degli uomini,
„ come dirò in appresso.

„ Io m'ingegnerò d'esaminare per tutt'i
„ versi possibili la natura della platina, se
„ potrò procurarmene una quantità suffi-
„ ciente: intanto ecco le sperienze che ne
„ ho fatte.

„ Per assicurarmi dell'esistenza del fer-
„ ro nella platina coll'ajuto di mezzi Chi-
„ mici presi li due estremi, cioè il *n.* 1.
„ moltissimo magnetico, ed il *n.* 4. che non
„ lo era punto. Li bagnai collo spirito di
„ nitro alquanto fumante; nè, osservandone
„ l'esito colla lente, vi potei scorgere mo-
„ vimento alcuno d'effervescenza: vi ag-
„ giunsi dell'acqua distillata, ma non si
„ vide perciò alcun movimento, sol che le

„ parti metalliche mutarono colore, ed ac-
„ quistarono un nuovo lucido simile a quel-
„ lo dell'argento. Lasciai quieto questo mi-
„ scuglio per cinque o sei minuti, indi vi
„ aggiunsi nuova acqua, ed appena vi ave-
„ va fatte cadere alcune gocce del liquore
„ alcalino saturato colla materia colorante
„ dell' azzurro di Prussia, che il *n.* 1. mi
„ diede un bellissimo turchino di Prussia.

„ Avendo fatto lo stesso sperimento sul
„ *n.* 4., questo comechè resistente all' azio-
„ ne della calamita, e dello spirito di ni-
„ tro, mi offrì anch' esso come il *n.* 1. un
„ bellissimo turchino di Prussia.

„ Due cose singolarissime sono da osser-
„ varsi in queste sperienze. 1.° Ella è cosa
„ fuor d'ogni dubbio fra i Chimici che han-
„ no trattato della platina, che l'acqua for-
„ te, o lo spirito di nitro non eserciti sulla
„ medesima azione alcuna, eppure come
„ or' ora s'è veduto se ne discioglie, quan-
„ tunque senza effervescenza, una quantità
„ bastevole a produrre il turchino di Prus-
„ sia, tostochè vi si aggiunga del liquore
„ alcalino flogisticato, e saturato della ma-
„ teria colorante che, come ognun sa, pre-
„ cipita il ferro in turchino di Prussia.

„ 2.° La platina che non è sensibile alla
„ calamita, contiene niente meno di ferro,
„ poichè lo spirito di nitro senza produrre
„ effervescenza ne discioglie quanto basta

„ per

„ per formare del turchino di Prussia.

„ Quindi è che questa sostanza risguar-
„ data come un ottavo metallo da' Chimici
„ moderni forse troppo amanti del mara-
„ viglioso, e del nuovo, potrebbe benissi-
„ mo essere, siccome ho già detto, nulla
„ più che un miscuglio d'oro, e di ferro.

„ Resterebbono ora a farsi molte spe-
„ rienze per poter decidere come abbia po-
„ tuto formarsi questo miscuglio; s'esso sia
„ e in qual modo opera della Natura;
„ oppure se debbasi considerare come il pro-
„ dotto di qualche volcano, o semplicemen-
„ te degli sforzi che gli Spagnuoli fecero
„ nel nuovo Mondo per trarre l'oro dalle
„ miniere del Perù: ma di questo ne par-
„ lerò nel seguito delle mie conghietture.

„ La platina naturale strofinata su un
„ pannolino bianco, s'annerisce alla stessa
„ maniera della schiuma di ferro ordina-
„ ria; ciocchè mi ha fatto supporre che,
„ queste parti del ferro ridotte in iscoria
„ per avere sofferta l'azione d'un fuoco
„ violento, realmente esistano nella plati-
„ na, e che da esse la medesima ne trag-
„ ga il colore. Avendo inoltre per la se-
„ conda volta esaminata colla mia lente
„ della platina, vi osservai diversi globetti
„ d'argento vivo, e questo m'indusse a
„ pensare che la platina potrebbe anch'es-
„ sere un prodotto della mano degli uo-

„ mini; ed ecco in qual modo.

„ La platina, per quanto mi fu detto, si
„ cava dalle più antiche miniere del Perù
„ scoperte dagli Spagnuoli dopo la conqui-
„ sta del nuovo Mondo. In que' tempi ri-
„ moti, due sole erano le maniere di ca-
„ var l'oro dalle sabbie: la prima coll'
„ unione del mercurio; la seconda per mez-
„ zo della separazione a secco. Trituravasi
„ la sabbia zeppa d'oro unitamente al mer-
„ curio, e tosto che questo credevasi carico
„ della maggior parte dell'oro, la sabbia,
„ chiamata *crassa* si rigettava come inutile,
„ e di nissun valore.

„ Nè con maggior accorgimento facevasi
„ la separazione a secco; poichè per intra-
„ prenderla incominciavasi dal mineralizzare
„ i metalli *auriferi* per mezzo dello zolfo,
„ il quale non ha azione alcuna sull'oro,
„ il cui peso specifico supera quello degli
„ altri metalli. Per rendere poi più age-
„ vole la sua precipitazione vi si aggiunge
„ del ferro in limatura, il quale attaccasi
„ al solfo sovrabbondante; metodo prati-
„ cato anche al dì d'oggi [5]. La forza
„ del fuoco vetrifica una parte di ferro,
„ l'altra combinasi con una piccola porzio-

[5] Veggansi gli Elementi docimastici del Cramer; l'arte di trattar le miniere degli Schulter, Schindeler, ec.

„ ne d'oro, ed anche d'argento, che lo
„ mischia alle scorie, dalle quali non si può
„ separarnelo senza replicare le fusioni ed
„ essere instrutto degli intermedj opportuni
„ praticati dai Docimasisti. La Chimica che
„ si è a' nostri giorni perfezionata ci offre
„ i mezzi, onde poter trarre quest'oro, e
„ quest'argento in maggior copia; ma nel
„ tempo in cui gli Spagnuoli scavavano le
„ miniere del Perù non possedevano certa-
„ mente l'arte di servirsene col maggior
„ profitto, e dall'altra parte essi avevano
„ tante dovizie a loro disposizione, che ve-
„ rosimilmente avranno negligentati quei
„ mezzi che loro costati sarebbono stento,
„ fatica, e tempo. Egli è quindi proba-
„ bile che s'accontentassero della prima fu-
„ sione, e le scorie le rigettassero come
„ inutili, e che lo stesso praticassero anco-
„ ra colla sabbia che avevano fatta passare
„ per lo mercurio, del qual miscuglio for-
„ se ne facevano un solo mucchio, da loro
„ riputato di nissun valore.

„ Queste scorie contenevano ancora dell'
„ oro, e molto ferro in differenti stati ed
„ in varie proporzioni a noi sconosciute,
„ ma tali forse che possono aver data l'ori-
„ gine alla platina. I globetti di mercurio
„ da me osservati, e le pagliuole d'oro che
„ colla scorta d'una buona lente ho distin-
„ tamente scoperte nella platina che ho

„ avuta nelle mani hanno dato luogo alle
„ idee che ora ſcrivo ſull' origine di que-
„ ſto minerale ; non le comunico però ſe
„ non come conghietture azzardate, men-
„ tre per acquiſtare ſu ciò qualche certez-
„ za, ſarebbe neceſſario ſapere dove ſiano
„ ſituate le miniere della platina ; ſe ſieno
„ ſtate ſcavate anticamente ; ſe ſi cavi da
„ un terreno nuovo, o anche da quello che
„ avanza dagli ſcavamenti di altre materie ;
„ a qual profondità eſſa ritroviſi, ed infine
„ ſe vi ſia indizio che la mano degli uo-
„ mini abbiavi cooperato, o no. Tutto
„ queſto potrebbe ſervire a verificare, o a
„ diſtrurre le da me avanzate conghiettu-
„ re [6].

Riflessioni.

Queſte oſſervazioni del Sig. Conte de Milly confermano le mie in quaſi tutt' i punti. La Natura è una ſola: e tale preſentaſi a quelli che ſanno oſſervarla ; quindi non deve recar maraviglia che ſenz' al-

[6] Il Sig. Barone di Sickingen, Miniſtro dell' Elettor Palatino, ha detto al Sig de Milly ch' egli aveva due Memorie mandategli dal Sig. Kellner, Chimico, e Metallurgico preſſo il Sig. Principe di Birckenfeld a Manheim, il quale ſi eſibiſce di reſtituire alla Corte di Spagna quaſi tanto peſo d' oro quanto gli verrà accordato di platina.

cuna comunicazione abbia il Sig. de Milly meco vedute le stesse cose, e dedotta la medesima conseguenza, cioè, che la platina non è un nuovo metallo, ma un miscuglio di ferro, e d'oro. E per conciliare ancora più le di lui osservazioni colle mie e dileguare nel tempo stesso i molti dubbj che rimangono riguardo all'origine, e formazion della platina, ho creduto necessario aggiungere le seguenti riflessioni.

1.° Il Sig. Conte de Milly distingue nella platina tre specie di materie, cioè due metalliche, e la terza non metallica di sostanza, e di forma di quartzi, o di cristalli: osservò egli pure che delle due materie metalliche, l'una molto e facilmente veniva attratta dalla calamita, l'altra pochissimo, o niente. Ho accennate ancor io queste due sostanze metalliche, ma non ho parlato della terza che non è metallica, perchè nella platina ch'io presi ad esaminare non ve ne aveva o almeno pochissimo. Pare adunque che la platina, di cui s'è servito il Sig. de Milly sia stata meno pura della mia, nella quale, dopo d'averla osservata con ogni diligenza, non ho scorto più che alcuni piccoli globi trasparenti a guisa di vetro bianco liquefatto, i quali essendo uniti alle particelle di platina, o di sabbia ferrugigna, lasciavansi unitamente trasportare dalla calamita. Questi globetti diafani erano in nu-

mero picciolissimo, ed in otto once di platina ch' io attentamente guardai, e feci osservare anche da altri con una finissima lente, non si sono veduti cristalli regolari. M' è parso anzi all' opposto che tutte le particelle trasparenti fossero globulose a guisa di vetro fuso, e tutte attaccate a parti metalliche, come la scoria s' attacca al ferro quando fondesi. Contuttociò, siccome io niente dubitavo della verità dell' osservazione del Sig. de Milly, il quale aveva vedute nella sua platina delle particelle di quartzi, e di cristalli di forma regolare, ed in gran numero; ho creduto di non dovermi accontentare dell' esame della sola platina di sopra accennata. Avendone pertanto ritrovato nel Gabinetto del Re; l' esaminai insieme al Sig. Daubenton dell' Accademia delle Scienze, ed in questa, che a tutti due è sembrata men pura della prima, ci riscontrammo di fatti un gran numero di piccoli cristalli prismatici, e trasparenti, alcuni color di rubino balascio, altri color di topazzo, ed altri infine perfettamente bianchi. Il Sig. de Milly non s' è dunque ingannato nella sua osservazione, ma questa dimostra soltanto che alcune miniere di platina sono più pure delle altre, e che nelle più pure non ritrovansi corpi estranei. Lo stesso Sig. Daubenton ha riconosciuti alcuni grani appiattiti al disotto,

e al di sopra gonsj, e convessi come una goccia di metallo fuso raffreddata su un piano. Uno di questi grani emisferici l'ho veduto io medesimo assai distintamente, ciocchè potrebbe indicare che la platina sia una materia stata fusa dal fuoco. Quello poi ch'è molto singolare si è che in questa materia fusa dal fuoco vi si ritrovano de' piccoli cristalli, de' topazzi, e de' rubini; nè so se supporre si debba frode per parte di quelli che hanno somministrata questa platina, i quali per accrescerne la quantità, abbiano potuto frammischiarvi queste sabbie cristalline; giacchè, lo ripeto, questi cristalli io non ho potuto ravvisarli in più d'una mezza libbra di platina datami dal Sig. Conte d'Angivillers.

2.° Riscontrai ancor io come il Sig. de Milly le pagliuole d'oro nella platina: esse si riconoscono facilmente dal colore, e dall'essere niente affatto magnetiche; non vi ho scorti però i globetti di mercurio che il Sig. de Milly ha veduti. Non è per questo ch'io voglia negar l'esistenza de' medesimi; sembrami solo che le pagliuole d'oro, ritrovandosi nella stessa materia con questi globi di mercurio, ben presto s'amalgamerebbono, e non potrebbono ritenere il giallo color dell'oro ch'io ho osservato in tutte le pagliuole che in una mezza libbra di platina ho potute esa-

minare [7]. Dall' altra parte i globetti trasparenti da me or' ora accennati, tanto rassomigliano ai globetti di mercurio vivo, e splendente che a prima vista è facile d' ingannarsi.

3.° Nella mia platina le particelle scolorite, ed irrugginite eranvi in quantità molto minore che in quella del Sig. Milly. Quella che cuopre la superficie di queste particelle non è propriamente ruggine, bensì una sostanza nera prodotta dal fuoco del tutto simile a quella che occupa la superficie del ferro abbruciato. L'essere frammischiata di alcune particelle ferrugigne, le quali per mezzo del martello si riducevano in polvere gialla, ed avevano tutt' i caratteri che competono alla ruggine, era una proprietà, che la mia seconda platina presa nel Gabinetto del Re, aveva comune con quella del Sig. Conte de Milly: quindi è che, eguale essendo la platina del Gabinetto Reale a quella del Sig. de Milly, sembra verosimile che sì l' una come l'altra venute siano dallo stesso luogo, e per lo stesso mezzo; anzi suppongo che tutte due

[7] Ho trovato dopo in altra platina delle pagliuole d' oro, le quali non erano gialle, ma brune, ed anche nère come la sabbia ferrugigna della platina, dalla quale probabilmente dipendeva questo color nerastro.

siano state alterate, e mescolate quasi per metà con materie eterogenee, cristalline, e ferrugigne irrugginite, le quali non si ritrovano nella platina naturale.

4.° La produzione dell' azzurro di Prussia per mezzo della platina sembra evidentemente provare l'esistenza del ferro eziandio nella porzione di questo minerale meno soggetta ad essere attratta dalla calamita; e confermare nel tempo stesso quello che io ho esposto rispetto all' intima unione del ferro colla sua sostanza. La mutazione di colore nella platina, per mezzo dello spirito di nitro, prova che, quantunque non vi abbia effervescenza sensibile, non lascia però quest' acido di agire sulla platina in una maniera evidente; e che gli Autori che ci hanno assicurati del contrario hanno seguíta la loro pratica ordinaria, la quale consiste nell' avere in nessun conto qualunque azione che non produca l'effervescenza. Queste due sperienze del Sig. de Milly mi sembrano interessantissime, e sarebbero anche decisive se riuscissero sempre alla stessa maniera.

5.° Ci mancano realmente molte cognizioni, delle quali sarebbe mestieri per poter giudicare con sicurezza dell'origine della platina. Niente sappiamo della Storia Naturale di questo minerale; e non possiamo che caldamente pregare quelli che sono in

istato d'esaminarla sul sito, perchè ci comunichino le loro osservazioni; sforzati intanto a fermarci su conghietture, delle quali alcune appena sembranmi più verosimili delle altre. Per esempio, io non credo che la platina sia opera degli uomini: gli abitatori del Messico, e del Perù possedevano bensì l'arte di fondere, e di travagliar l'oro prima dell'arrivo degli Spagnuoli; ma non ancora conoscevano il ferro, del quale per altro avrebbono dovuto servirsi per fare delle abbondanti separazioni a secco. Gli Spagnuoli stessi ne' primi tempi che abitarono que' Paesi, non v'introdussero i fornelli per fondere le miniere di ferro: v'ha dunque tutta l'apparenza di credere ch' essi non siansi valsi della limatura di ferro per separare l'oro, almeno nel principio dei loro travagli, l'epoca de' quali non è che di due secoli e mezzo, tempo troppo breve d'assai per una produzione così abbondante qual' è quella della platina, di cui ritrovasene in parecchi luoghi, e in molta quantità.

D'altra parte, allorchè mischiasi dell'oro col ferro col fonderli insieme, si può sempre coi mezzi chimici separarneli, e trarne l'oro interamente; all' opposto i Chimici non hanno finora potuto ottenere questa separazione nella platina, nè determinare la quantità d'oro contenuta in questo mi-

nerale: ciò sembra provare che l'oro vi si ritrovi più intimamente unito che nella lega ordinaria, e che il ferro vi sia, come ho detto, in uno stato differente da quello del ferro comune. Quindi la platina non mi sembra opera dell' uomo, bensì un prodotto della Natura, anzi a mio credere, del fuoco de' volcani. Il ferro, abbruciato il più che si può, unito intimamente coll'oro per mezzo della sublimazione, o della fusione può aver dato l'essere a questo minerale, il quale essendo stato da principio prodotto dall' azione d'un fuoco violentissimo, avrà poscia sofferte le impressioni dell' acqua, e i replicati sfregamenti dai quali avrà ricevuta la forma, che danno agli altri corpi, cioè quella de' sassolini rotolati per l'acque, e degli angoli ottusi. Potrebbe però anche darsi che l'acqua abbia da se sola formata la platina; perciocchè supponendo l'oro, e il ferro divisi quanto esser lo possono per la via umida, le loro molecole, riunendosi, avranno potuto formare i grani che la compongono, i quali dai più pesanti fino ai più leggeri contengono tutti porzione di oro, e di ferro. La proposizione del Chimico che si esibisce a rendere a un di presso altrettanto oro, quanto li verrà consegnato di platina, sembrerebbe provare che in questo minerale non vi sia realmente più d'un undecimo di ferro

ſopra dieci d'oro, e fors' anche meno. L'enunziato a un dipreſſo di queſto Chimico probabilmente è d'un quinto, o d'un quarto, ne ſarebbe poco ſe anche entro queſti limiti la ſua promeſſa ſi verificaſſe.

SECONDA AGGIUNTA.

Ritrovandomi a Digione nella State del 1773, m'è ſembrato che l'Accademia delle Scienze, e Belle-lettere di queſta Città, della quale ho l'onore d'eſſere Membro, deſideraſſe di aſcoltare le mie oſſervazioni ſulla platina; io vi ci acconſentii tanto più volentieri, quanto che ſu d'una materia affatto nuova noi non poſſiamo mai prendere baſtevoli informazioni e pareri; e sì ancora perchè avevo luogo a ſperare di ritrar qualche lume da una compagnia compoſta da un gran numero di perſone verſatiſſime in ogni genere di Scienze. Fra queſte il Sig. de Morveau Avvocato generale del Parlamento in Borgogna non meno eccellente Fiſico, che grande Giureconſulto ſtabilì di lavorar dietro la platina; ond' io gliene diedi una porzione di quella ch' io avevo fatta attrarre dalla calamita, ed una di quella ch' eraſi moſtrata inſenſibile al magnetiſmo, pregandolo di ſottoporre queſto particolar metallo a quel più gran fuoco che ſi foſſe da lui potuto ottenere: qualche tempo dopo egli mi ha inviate le ſeguenti

esperienze ch' egli medesimo ha creduto poterfi unire alle mie.

SPERIENZE *fatte dal Sig. de* MORVEAU *nel Settembre del* 1773.

„ Avendomi il Sig. Conte de Buffon, in
„ un viaggio che fece a Digione in questa
„ State del 1773, fatto osservare in una
„ mezza dramma di platina inviatami dal
„ Sig. Baumè fino nel 1768, de' grani in
„ forma di bottoni, alcuni più piatti, ed
„ altri neri, e squamosi; ed avendo per
„ mezzo della calamita separati quelli che
„ potevano essere attratti da quei che non
„ davano alcun segno sensibile di magne-
„ tismo, mi provai di fare con entrambi
„ il turchino di Prussia. A questo fine ver-
„ sai dell' acido di nitro fumante sulle parti
„ non magnetiche, che pesavano due grani
„ e mezzo; sei ore dopo ho allungato l'aci-
„ do con acqua distillata, e vi aggiunsi del
„ liquore alcalino saturato di materia co-
„ lorante, e non si ottenne un atomo di
„ turchino; sol che la platina acquistò un
„ non so che di più lucido. Bagnai pure
„ con dell' acido fumante i trentatre grani
„ e mezzo di ressidua platina, parte dei
„ quali venivano attratti dalla calamita,
„ ed allungato il liquore, dopo l'eguale
„ spazio di tempo, il medesimo alcalino di
„ Prussia ha precipitata una feccia azzurra

„ che copriva il fondo d'un vaſo aſſai lar-
„ go. Dopo queſta operazione la platina
„ era divenuta lucida quanto la prima, e
„ lavata, e diſeccata mi convinſe ch' eſſa
„ non aveva perduto più di un quarto di
„ grano, oſſia $\frac{1}{138}$; ed indi eſaminatola in
„ queſto ſtato, vi oſſervai un grano d'un
„ giallo aſſai bello, che ritrovai eſſere una
„ pagliuola d'oro.

„ Il Sig. de Fourcy aveva allora recen-
„ temente pubblicato che la ſoluzione dell'
„ oro precipitava in turchino per mezzo
„ dell' alcali di Pruſſia: queſto medeſimo
„ fatto l'aveva egli eſpoſto in una Tavola
„ d'affinità, quando mi è nato il deſiderio
„ di ripetere queſta ſperienza: verſai per-
„ ciò del liquore alcalino flogiſtico in una
„ ſoluzione d'oro puriſſimo, ma il colore
„ di queſta ſoluzione non ſi mutò punto,
„ ciò che mi ha fatto ſupporre che la ſo-
„ luzione adoperata dal Sig. de Fourcy po-
„ teſſe eſſere non troppo pura.

„ Ed avendomi nel tempo ſteſſo il Sig.
„ Conte de Buffon mandata una non me-
„ diocre quantità d'altra platina, perchè
„ ne faceſſi alcune prove, diviſai di ſepa-
„ rarla da tutt' i corpi ſtranieri per mezzo
„ d'una buona fuſione: eccovi il metodo
„ da me praticato, ed i riſultati di eſſo.

PRIMA SPERIENZA.

„ Avendo posto una dramma di platina
„ in una piccola coppella sotto il coperchio
„ del fornello descritto dal Sig. Macquer
„ nelle Memorie dell'Accademia delle Scien-
„ ze dell' anno 1758, ed avendovi per due
„ ore mantenuto il fuoco, il coperchio si
„ abbassò, e liquefatti si videro i sostegni,
„ mentre la platina si trovò soltanto am-
„ massata, ed attaccata alla coppella, sulla
„ quale aveva lasciate delle macchie color
„ di ruggine: la platina che allora era di-
„ venuta scolorita, ed alquanto nericcia non
„ erasi aumentata di peso, se non un quar-
„ to di grano; quantità molto scarsa in
„ proporzione di quella che fu osservata da
„ altri Chimici. Questo mi sorprese tan-
„ to più, quanto che questa dramma di
„ platina, siccome anche quella che ho ado-
„ perata in tutte l'altre esperienze, era
„ stata successivamente attratta dalla cala-
„ mita, e formava porzione di sei settimi
„ delle otto once accennate dal Sig. de Buf-
„ fon nella Memoria precedente.

SECONDA SPERIENZA.

„ Una mezza dramma della stessa pla-
„ tina esposta all' egual fuoco in una cop-
„ pella si era egualmente ammassata, ed
„ attaccata fortemente alla medesima cop-

„ pella, sulla quale aveva lasciate alcune
„ macchie color di ruggine: essa aveva la
„ superficie egualmente nera, ed il suo
„ peso si è ritrovato accresciuto quasi nella
„ stessa proporzione.

Terza Sperienza.

„ Riposi la stessa mezza dramma in una
„ nuova coppella, ma non coprii il soste-
„ gno col coperchio di fornello, bensì con
„ un crociuolo di piombo nero di Passavia.
„ Ebbi l'attenzione di non usare per ap-
„ poggio se non vasi d'argilla pura, e mol-
„ tissimo resistente, sicchè potessi accrescere
„ l'intensità del fuoco, e prolungarne la
„ durata senza timore di vedere liquefatti
„ i vasi, e coperta dalle scorie l'argilla:
„ collocato così nel fornello quest' apparec-
„ chio, vi mantenni per quattro ore un
„ fuoco violentissimo; indi essendosi il tutto
„ raffreddito, ritrovai il crociuolo intatto,
„ ed unito totalmente all'appoggio per mez-
„ zo d'una saldatura vetrina; rotta la qua-
„ le riconobbi niente essere penetrato nell'
„ interno del crociuolo, il quale sembrava
„ soltanto più lucido di prima. La coppel-
„ la che aveva serbata là sua forma e po-
„ sizione era alquanto fessa, non però quan-
„ to bastasse a lasciarsi penetrare, e inol-
„ tre il bottone di platina non le era ade-
„ rente ma soltanto ammassato, benchè più

„ strettamente della prima volta: i grani
„ erano meno sporti in fuori, il colore più
„ chiaro, e 'l lucido più metallico; ed il
„ più rimarchevole si fu che nel tempo dell'
„ operazione, e probabilmente nei primi
„ istanti del raffreddamento, eransi solle-
„ vati tre getti di vetro, l'uno de' quali
„ spiccato più alto, e perfettamente sferico
„ era sostenuto da un picciuolo alto una
„ linea della stessa materia trasparente, e
„ vitrea. Questo picciuolo non era più d'un
„ sesto di linea, mentre il globetto d'un
„ color uniforme, con una leggiere tinta
„ di rosa che niente toglieva della sua dia-
„ faneità, aveva una linea di diametro:
„ degli altri due getti di vetro, il più sot-
„ tile aveva un picciuolo eguale a quello
„ del più grosso; il mezzano non ne ave-
„ va punto, e soltanto per la sua esterior
„ superficie attaccavasi alla platina.

Quarta Sperienza.

„ Ho tentato di coppellare la platina,
„ ed a questo fine collocai nella coppella
„ una dramma di quei grani stati attratti
„ dalla calamita, con due dramme di piom-
„ bo. Dopo d'avervi mantenuto per due
„ ore un fuoco intensissimo, ritrovai ade-
„ rente alla coppella un bottone coperto
„ d'una crosta giallastra, alquanto spongo-
„ sa, del peso di due dramme e dodici

„ grani, ciocchè indicava esserſi la platina
„ trattenuto una dramma, e dodici grani
„ di piombo.

„ Avendo poſto di nuovo queſto bottone
„ in un' altra coppella allo ſteſſo fornello,
„ coll' attenzione di rivoltarlo, eſſo, a un
„ fuoco di due ore, non ha perduto più
„ di dodici grani, e il ſuo colore, e la ſua
„ forma cangiarono ben di poco.

„ Applicai in ſeguito al medeſimo l'aria
„ d'un mantice dopo averlo collocato in
„ una nuova coppella chiuſa con un cro-
„ ciuolo di Paſſavia, e nella parte inferio-
„ re da un fornello di fuſione, cui avevo
„ otturata la bocca: allora il bottone pre-
„ ſe un eſteriore più metallico, abbenchè
„ ſempre alcun poco appannato, ed in que-
„ ſta occaſione perdè diciotto grani.

„ Eſſendo ſtato il medeſimo bottone ri-
„ meſſo nel fornello del Sig. Macquer, e
„ collocato pure in una coppella chiuſa con
„ un crociuolo di Paſſavia, vi mantenni il
„ fuoco per ben tre ore, dopo le quali fui
„ aſtretto di fermarlo per eſſermi caduti i
„ mattoni che ſervivano d'appoggio: il
„ bottone divenuto metallico ancor più,
„ era aderente alla coppella, ed in quella
„ volta aveva perduti trentaquattro grani.
„ Lo immerſi nell' acido di nitro fumante
„ per vedere di pulirlo; vi ſcorſi qualche
„ poco d'effervescenza nell' aggiungervi dell'

„ acqua stillata, e nel bottone, che real-
„ mente aveva persi due grani, vi riconob-
„ bi alcuni piccoli pertuggi, come quelli
„ che produce la separazione.

„ Incominciai a sperare di vetrificare l'ul-
„ tima porzione di piombo, di cui a giu-
„ dicarne dal suo peso non ne rimanevano
„ che ventidue grani uniti alla platina.
„ Posi perciò questo bottone in una nuova
„ coppella, e disposto il tutto, siccome
„ nella terza sperienza, mi servii dello stes-
„ so fornello, avendo l'attenzione di andar
„ scuotendo la ferrata, di mantenere prin-
„ cipalmente nella corrente d'aria ch'essa
„ attraeva, uno svaporamento continuo per
„ mezzo d'una capsula, che di tempo in
„ tempo riempivo d'acqua; e finalmenre
„ di lasciare per un momento aperto il co-
„ perchio ogni volta che il fornello si em-
„ pieva di carbone. Le quali cautele au-
„ mentarono l'attività del fuoco, per modo
„ che ogni dieci minuti rendeasi necessaria
„ una nuova aggiunta di carbone. A que-
„ sto grado tenni esposto il tutto per quat-
„ tro ore, indi il lasciai raffreddare.

„ Nel giorno susseguente il crociuolo di
„ piombo nero aveva resistito, e i soste-
„ gni s'erano soltanto per via delle ce-
„ neri ridotti in majolica: nella coppella
„ ritrovai un bottone bene unito, niente
„ aderente, nel colore continuato ed uni-

„ forme, accostantesi allo stagno più che ad
„ altro metallo, solamente alcun poco in-
„ eguale; del peso, a dir brieve, nè più
„ nè meno d'una dramma.

„ Ogni cosa indicava dunque che questa
„ platina sostenuta avesse una perfetta fu-
„ sione, e che fosse perfettamente pura;
„ avvegnachè per supporre ch'essa conte-
„ nesse per anco del piombo, bisognerebbe
„ supporre eziandio che questo minerale
„ avesse della sua sostanza perduto propio
„ altrettanto, quanto rattenuto avea di ma-
„ teria estranea, la qual precisione non può
„ essere effetto puramente del caso.

„ Dovendo passare alcuni giorni insieme
„ al Sig. Conte de Buffon, la di cui com-
„ pagnia è allettante quanto lo suo stile,
„ ed il conversare niente meno erudito de'
„ suoi libri, mi procurai il piacere di co-
„ municarli i prodotti di questi sperimenti,
„ e ricominciai a ulteriormente con esso
„ lui esaminarli.

„ 1.° Abbiamo osservato che la dramma
„ di platina ammassata nella prima spe-
„ rienza, non veniva dalla calamita attrat-
„ ta in massa, e che ciò non ostante la
„ calamita esercitava sui grani che distac-
„ cavansi, un'azione apertamente consi-
„ siderevole.

„ 2.° La mezza dramma della terza spe-
„ rienza, non solo non poteva essere at-

„ tratta in massa, ma i grani stessi che si
„ separavano non davano più indizio alcu-
„ no di magnetismo.

„ 3.° Il bottone della quarta sperienza era
„ anch'esso assolutamente insensibile all'av-
„ vicinamento della calamita, del che ci
„ siamo assicurati coll'aver collocato il bot-
„ tone in equilibrio su una bilancia delle
„ più esatte, ponendovi a contatto una for-
„ tissima calamita, senza che l'equilibrio
„ si sconcertasse il minimo che

„ 4.° Il peso specifico di questo bottone
„ fu determinato da una buona bilancia
„ idrostatica, e per maggior sicurezza con-
„ trapposto all'oro di moneta, ed al glo-
„ bo d'oro purissimo adoperato già dal Sig.
„ de Buffon per le sue belle sperienze sui
„ progressi del calore; la densità di essi si
„ trovò avere i seguenti rapporti coll'ac-
„ qua, nella quale sono stati immersi.

„ Il globo d'oro . . . . . . $19 \frac{14}{1}$.
„ L'oro di moneta . . . . . $17 \frac{1}{2}$.
„ Il bottone di platina . . . $14 \frac{2}{5}$.

„ 5.° Questo bottone messo su di un pez-
„ zo d'acciajo per provare la sua duttilità,
„ sostenne molto bene alcuni colpi di mar-
„ tello: indi la sua superficie divenne pia-
„ na ed anche alcun poco levigata ne' luo-
„ ghi battuti, e da lì a poco essendosi spac-
„ cato, se ne staccò una porzione ch' era

„ quasi il sesto del totale. La rottura ci fè
„ vedere molte cavità, delle quali alcune
„ del diametro incirca d'una linea aveva-
„ no il bianco, e il lucido dell' argento,
„ e nell' altre scorgevansi delle piccole pun-
„ te sporte infuori come le cristallizzazioni
„ nelle aetiti: la cima di una di queste
„ punte esaminata colla lente era un glo-
„ betto, nella forma assolutamente simile
„ a quello della terza sperienza; di mate-
„ ria anch' esso vitrea, e trasparente per
„ quanto si potè giudicare, attesa l'estrema
„ sua piccolezza. Del resto tutte l'altre
„ parti del bottone erano compatte, ben
„ unite, ed il grano più sottile era più
„ duro di quello del miglior acciajo, a cui
„ per altro rassomigliava nel colore.

„ 6.° Avendo avvicinata la calamita ad
„ alcune porzioni di questo bottone ridotte
„ in particine a colpi di martello, abbia-
„ mo veduto che nissuna ne restò attrat-
„ ta; ma avendole poscia polverizzate in
„ un mortaio d'agata, osservammo che la
„ calamita ne sollevava alcune delle più
„ piccole ogni volta che se le applicava
„ immediatamente al disopra.

„ In conseguenza di questa nuova com-
„ parsa di magnetismo tanto più sorpren-
„ dente, perchè i grani staccati dalla mas-
„ sa riunita della seconda sperienza, parsi
„ ci erano spogliati affatto d'ogni sensibi-

„ lità all' avvicinamento, e contatto della „ calamita, ripigliammo alcuni di questi „ grani, e ridottili istessamente in polvere „ nel mortaio d' agata, abbiamo visto le „ più minute parti attaccarsi ben presto „ sensibilmente alla mazza calamitata. Non „ si può attribuire quest' effetto alla leviga- „ tezza della superficie della mazza, nè ad „ altra causa estranea dal magnetismo; men- „ tre un pezzo di ferro egualmente levi- „ gato, applicato medesimamente alle parti „ di questa platina, non ha potuto avvici- „ narsene pur una.

„ Dall' esatto novero di queste sperien- „ ze, e delle osservazioni alle quali esse „ diedero luogo, si può giudicare quanto „ difficil cosa sia il fissare la natura della „ platina. Dubitar non si deve che questa „ contenesse alcune parti vetrificabili a un „ gran fuoco, anche senza aggiunta: egli „ è certo altresì che tutta la platina con- „ tiene del ferro, e delle particelle ma- „ gnetiche; ma se l'alcali di Prussia non „ ci somministrasse il turchino se non coi „ grani separati colla calamita, sembra che „ si potrebbe conchiudere, che i grani alla „ calamita insensibili, siano d'una platina „ che non è per se stessa in verun grado „ magnetica; e nella quale il ferro non „ entra come parte essenziale. Si potrebbe „ sperare che una fusione portata allo stes-

„ so segno, ed una coppellazione altret-
„ tanto perfetta deciderebbono questa que-
„ stione: ogni cosa indicava che realmente
„ queste operazioni, separandola da tutt' i
„ corpi stranieri, spogliata l'avessero d'ogni
„ virtù magnetica; ma l'ultima osservazio-
„ ne prova incontrastabilmente che questa
„ forza magnetica effettivamente non fosse
„ che indebolita, e forse nascosta e seppel-
„ lita, giacchè ricomparve allorquando si è
„ triturata.

RIFLESSIONI.

Da queste sperienze del Sig. de Morveau, e dalle osservazioni che dopo abbiamo fatto insieme, risulta:

1.° Ch'è sperabile d'arrivare a fondere senz'altra aggiunta la platina nei nostri fornelli più buoni, coll'applicarle il fuoco molte volte di seguito, mentre i crociuoli migliori non potrebbono resistere all'azione d'un fuoco tanto violento per tutto il tempo necessario all'operazione compita.

2.° Che fondendola col piombo, e facendola successivamente in varie riprese passare per la coppella, s'arriva a vetrificare il piombo; e questa operazione potrebbe alla fine privarla d'una parte delle materie estranee ch'essa contiene.

3.° Ch'essa fondendola senz'altra aggiunta, sembra in parte liberarsi da se stessa dalle

dalle materie vetriscibili che racchiude, poichè durante questa operazione slancianfi alla superficie alcuni piccoli getti di vetro, i quali formano masse molto considerevoli, e si separano assai agevolmente dopo il raffreddamento.

4.° Che facendo l'esperienza del turchino di Prussia coi grani di platina più insensibili alla calamita, non possiamo sempre assicurarci di ottenerlo, il che costantemente succede coi grani che mostrano più o meno di sensibilità al magnetismo: siccome però questa sperienza è stata fatta dal Sig. de Morveau su una piccolissima quantità di platina, si è proposto di ripeterla.

5.° Pare che nè la fusione, nè la coppellazione possano interamente distrurre il ferro, da cui è intimamente penetrata la platina. Egli è verissimo che i bottoni fusi, o coppellati mostransi egualmente insensibili all' azione della calamita; triturati però in un mortaio d'agata, e su di un pezzo d'acciaio ci offrirono delle parti magnetiche tanto più abbondanti, quanto più fina era la polvere, in cui era stata ridotta la platina. Il primo bottone, i di cui grani non si erano che agglutinati, dopo d'essere stato sminuzzato produsse molto più parti magnetiche del secondo, e del terzo, i grani de' quali avevano sofferta una più forte fusione; ciò non ostante tutti due macinati ci somministra-

rono delle parti magnetiche in modo da non poter dubitare che qualche porzione di ferro entri nella platina anche dopo che la medesima ha tollerati i più violenti sforzi del fuoco, e l'azione divorante del piombo nella coppella. Questo finisce di dimostrare essere realmente questo minerale un miscuglio intimo d'oro, e di ferro, che finora l'arte non è arrivata a separare.

6.° Un' altra osservazione da me fatta insieme al Sig. de Morveau sulla platina fusa, ed in seguito triturata, si è ch' essa infranta ripiglia precisamente la forma istessa de' sassolini ritondi, ed appiattiti che aveva prima di essere liquefatta. Tutt' i grani di questa platina fusa e triturata sono simili a quelli della platina naturale, tanto per riguardo alla forma, quanto alla varietà della grandezza; nè sembrano dalla medesima diversi, se non per essere più piccoli, più obbedienti alla calamita, ed in quantità tanto minore, quanto maggior fuoco ha tollerata la platina. Ciò sembra provare, che quantunque il fuoco sia valevole non solo a bruciare, e vetrificare, ma eziandio a cacciar fuori dalla platina una parte di ferro colle altre materie vetriscibili, che contiene; ciò non ostante la fusione non è compiuta quanto quella degli altri metalli perfetti, poichè, stritolandola, i grani racquistano la figura che avevano prima della fusione.

MEMORIA QUARTA.

Esperienze sulla tenacità, e sullo scomponimento del ferro.

DOpo di aver veduto nella prima Memoria, che il ferro scema di peso ogni volta che si riscalda, e che alcuni globi arroventiti per tre volte perdettero la dodicesima parte del loro peso, noi saremmo a prima giunta inclinati a non attribuire questa perdita ad altro, fuorchè alla diminuzione del volume del globo cagionata dalle scorie, che dalla superficie dipartonsi, e cadono in piccole scaglie. Riflettendo però che le piccole palle, la superficie delle quali, relativamente al volume è più grande di quella delle grosse, perdono meno, e che i globi grossi proporzionatamente perdono più dei piccoli, si accorgeremo agevolmente che la totale perdita di peso non deve ripetersi semplicemente dal cadere delle scaglie che staccansi dalla superficie, ma sì ancora da una alterazione intima di tutte le parti della massa, che il fuoco violento diminuisce, e rende tanto più leggiere quanto più spesso, e più a lungo vi si applica [8].

[8] Un' esperienza famigliare, e che sembra dimostrare che *il* ferro, a misura che scaldasi

Di fatti raccogliendo le fcaglie ciafcuna volta che feparanfi dalla fuperficie de' globi, troveraffi che d'un globo di cinque pollici, il quale per efempio nel primo fcaldarfi avrà perduto otto once, non fi otterrà un'oncia di quefte fcaglie ftaccate, e che tutto il refto della perdita di pefo ad altro non fi può attribuire fe non a queft' intima alterazione della foftanza del ferro, la quale, ogni volta che fi fcalda, tanto perde della fua folidità, che, fe quefta medefima operazione fi ripeteffe fovente, il ferro fi ridurrebbe a nulla più che a una materia friabile, leggiere, e di niffun ufo. Io ho offervato che i globi avevano perduto non folo di pefo, cioè di denfità, ma nel tempo ifteffo molto di folidità, ch'è quanto dire di quella qualità, dalla quale dipende la coerenza delle parti; perciocchè nel farli battere ho offervato che potevanfi rompere tanto più facilmente, quanto più fpeffo, e più a lungo erano ftati rifcaldati.

Dal non fapere fino a qual fegno giun-

---

anche ad un fuoco mediocre, perde della fua maffa, fi è che i ferri per arricciare, dopo effere ftati più volte tuffati nell' acqua per raffreddarli, non confervano mai per egual tempo lo fteffo grado di calore. Quando quefti fono ftati per affai volte fcaldati e tuffati, fe ne distaccano altresì delle fcaglie, le quali fono vero ferro.

gesse l'alterazione del ferro, o piuttosto dal non dubitarne, derivò già da qualche anno l'usanza della nostra Artiglieria d'infuocare le palle, il volume delle quali diminuir si voleva [9]. Io vengo assicurato che, essendo il diametro de' cannoni ricentemente fusi più stretto di quello de' vecchi, siasi reso necessario l'impicciolire le palle, e che a questo fine siansi le medesime fatte arroventire per polirle poscia facilmente lavorandole al torno: mi si soggiungeva di più che per ridurle al diametro necessario, era mestieri lo scaldarle cinque, sei, ed anche otto e nove volte. Dalle mie sperienze apparisce essere questa una biasimevole pratica; poichè una palla infuocata nove volte, deve perdere almeno il quarto del suo peso, e forse tre quarti della sua solidità. Fatta così friabile, e facile ad infrangersi non può far colpo, mentre contro i muri si schiaccia; e scemata di peso non può più essere cacciata alla lontananza delle altre.

Generalmente per conservare la solidità, e il nerbo, cioè la massa, e la forza del ferro, non vuolsi esporlo al fuoco più spesso, e più a lungo del necessario: fatto arrossire, senza infuocarlo a quell' ultimo grado che gli è sempre pregiudicevole, sarà

[9] Il Sig. Marchese di Valliere in quel tempo non s' ingeriva negli affari dell' Artiglieria.

atto alla maggior parte degli usi; e in quelle operazioni, per le quali importa che il ferro conservi tutto il suo nervo, come nelle lamine che battonsi per farne canne da schioppo, converrebbe, se fosse possibile scaldarlo appena una volta per batterlo, indi piegarlo, e saldarlo in una sola operazione; imperciocchè quando sotto il martello ha acquistata tutta la forza sua propria, il fuoco non fa che diminuirgliela: s'aspetta agli Artefici di vedere fino a qual segno questo metallo debba essere lavorato perchè acquisti tutto il suo nervo, nè sarebbe impossibile il determinarlo per via d'esperienze, delle quali io ne ho fatte alcune che quì riferisco.

I.

Una fibbia di ferro della grossezza di linee 18 e due terzi, cioè di 348 linee quadrate per ciascuna corda perpendicolare di ferro, ciocchè forma in tutto *696* linee quadrate di ferro, si ruppe sotto il peso di 28 milliai che tirava perpendicolarmente: questa fibbia di ferro aveva incirca 10 pollici di larghezza sopra 13 di altezza, ed era d'una grossezza eguale in tutte le sue parti; essa si ruppe quasi nel mezzo delle corde perpendicolari, e non negli angoli.

Se da questa sperienza si volesse decidere dal grande al piccolo, della forza del ferro,

troverebbesi che ciascuna linea quadrata di ferro tirata perpendicolarmente, non potrebbe sostenere che 40 libbre incirca.

II.

Tuttavia avendo messo alla prova un filo di ferro del diametro poco più d'una linea, questo pezzetto di filo di ferro sostenne prima di rompersi 482 libbre: un altro pezzo di filo di ferro eguale non si ruppe che sotto il peso di libbre 495, in maniera che sarebbe presumibile che una verga quadrata d'una linea di questo stesso ferro avrebbe potuto portarne ancora più, mentre avrebbe contenuti quattro segmenti, o quattro angoli di quadrato posti al circolo di più del filo di ferro rotondo del diametro d'una linea.

Convien dire che la sproporzione della forza del ferro in grosso da quella del ferro in piccolo è enorme. Il ferro grosso di cui mi sono servito veniva dalla fabbrica d'Aisy sotto Rougemont, ed era senza nervo, e in grossi grani: non so di qual fabbrica fosse il mio filo di ferro; per grande però che supporre si voglia la differenza della qualità del ferro, essa non può cagionarne tanta, quanta ne scorgiamo nella loro resistenza, la quale, come ognun vede, è dodici volte minore nel ferro grosso, che nel sottile.

III.

Ho fatto rompere un' altra fibbia del medesimo ferro della ferriera d'Aisy della grossezza di linee 18 e mezza, e anche questa non sostenne più di 28450 libbre, essendosi rotta parimente quasi nel mezzo delle due corde perpendicolari.

IV.

Nel tempo istesso avevo fatto fare una fibbia del medesimo ferro, che avevo fatto ribattere per dividerlo in due, talmente che trovavasi ridotto ad una verga di 9 linee sopra 18: avendola messa alla prova, sostenne prima di spezzarsi il peso di 17300 libbre, laddove essa se non fosse stata battuta per la seconda volta, non avrebbe potuto portare più di 14 milliai.

V.

Un' altra fibbia di ferro della grossezza di 16 linee e tre quarti, che formano quasi 280 linee quadrate per ciascuna corda perpendicolare, cioè 560 in tutto, ha sostenuto 24600 libbre, mentre non avrebbe potuto sostenerne che 22400 se non l'avessi fatta battere un' altra volta.

VI.

Essendosi, per la forza del calor d'un for-

nello, rotto ne' due punti, frammezzo ai due più lunghi lati un telaio di ferro della stessa qualità, cioè senza nerbo, e a grossi grani, venuto dalla medesima fabbrica d'Aisy, ch' io aveva adoperato per impedire che i muri dell' alto fornello delle mie fabbriche si scostassero; e che era da una parte 26 piedi sopra 22 dall' altra; ho creduto di poter paragonare questo telaio alle fibbie delle precedenti sperienze, poichè era formato dello stesso ferro, e si era rotto nella maniera medesima. Questo ferro era grosso 21 linee, il che forma 441 linee quadrate, ed essendosi rotto siccome le fibbie nelle due parti opposte, vengono ad essere 882 le linee quadrate state divise dall' azione del fuoco. E siccome dalle sperienze precedenti abbiamo rilevato che 696 linee quadrate dello stesso ferro si sono spezzate sotto il peso di 28 millai, conchiudere si deve da ciò, che 882 linee di questo ferro medesimo rotte non si sarebbono se non sotto il peso di 35480 libbre, e che per conseguenza l'azione del calore deve considerarsi come un peso di 35480 libbre. Avendo, affine di trattenere il muro interiore nella scavatura che si fece dopo la rottura del telaio, fatto fare un cerchio di piedi 26 e mezzo di circonferenza, con ferro forte fuso e fabbricato nelle mie ferriere; questo m'ha somministrato il mezzo di paragonare la tenacità

del ferro buono con quella del ferro comune. Questo cerchio di piedi 26 e mezzo di circonferenza era di due pezzi trattenuti, ed uniti insieme per mezzo di due piccole chiavi di ferro, le quali entro anelli battuti passavano fino all' estremità delle due lamine di ferro; la larghezza delle quali era di 30 linee sopra 5 di grossezza, il che forma 150 linee quadrate, le quali non si possono duplicare, perchè il cerchio non poteva rompersi se non in un luogo, non già in due luoghi come le fibbie, o il gran telaio quadrato. L'esperienza però ci dimostra che in una fusione di quattro mesi, nella quale il calore era più grande di quel che fosse nel getto precedente, queste 150 linee di ferro buono furono valevoli a resistere alla sua azione, la quale era di 35480 libbre. Da questo devesi conchiudere colla maggior sicurezza, che il ferro buono, cioè il ferro tutto fibroso è almeno cinque volte più tenace del ferro senza nervo, e a grossi grani.

Giudichisi dal fin quì detto dell' avvantaggio che si avrebbe, valendosi di buon ferro, e nervoso all' uso de' bastimenti, e per la fabbrica de' vascelli, poichè ne abbisognerebbero tre quarti meno, e si avrebbe un quarto di più di fermezza.

Coll' ajuto di simili sperimenti, e col far lavorare a fuoco una, due e tre volte delle

verghe di ferro di differenti grossezze, noi potremmo assicurarci della massima forza del ferro; combinare con certa misura la leggerezza dell' armi colla loro solidità; usare di questa materia per altri lavori senza temere che si rompa; a dir brieve maneggiare questo metallo con regole appoggiate a' principj uniformi e costanti. Da queste sperienze che sono l'unico mezzo di perfezionar l'arte di lavorare il ferro, potrebbe lo stato ritrarne grandissimo vantaggio, giacchè la qualità del ferro ripetere non si deve dalla diversa qualità della miniera. Per esempio: perchè il ferro d'Inghilterra, di Germania, oppure di Svezia sia migliore di quello di Francia; che quello di Berri sia più dolce di quello di Borgogna, niente contribuisce la natura delle miniere. Tutto dipende dalla maniera di lavorarlo, ed io posso farne testimonianza per aver veduto io stesso che col batterlo molto, e poco scaldarlo si comunica al ferro la maggior forza accostantesi a quel massimo, di cui non posso che raccomandar la ricerca, possibile ad ottenersi per mezzo delle sperienze or' ora indicate.

Dalle palle da me più volte esposte al maggior fuoco per esperimentarle, ho compreso che il ferro scema di peso, e di forza tanto più quanto più replicatamente, e lungamente si scalda; che la sua sostanza

si scompone, s'altera la sua qualità, e che finalmente degenera in una specie di scoria, o di materia porosa, leggiere, la quale coll' intensa, e durevole applicazione del fuoco si riduce in un genere di calce. La schiuma di ferro ordinaria è diversa; e quantunque comunemente si creda che la schiuma di ferro da altro derivare non possa, e non derivi se non dal ferro, io ne ho la prova in contrario. La così detta schiuma di ferro è veramente una materia prodotta dal fuoco, ma a formarla non è necessario il ferro, o alcun altro metallo: col legno, e col carbone abbruciato a fuoco violento se ne otterrà una quantità assai grande. Che se si pretenda che questa schiuma provenga soltanto dal ferro contenuto nella legna [giacchè tutt' i vegetabili più o meno ne contengono]; io dimando, perchè mai questa schiuma ottenere non si possa dal ferro in quantità maggiore, che non dalla legna, la cui sostanza è cotanto diversa da quella del ferro. Questo fatto dimostratomi dall' esperienza mi condusse ad intenderne un altro che prima mi era parso inesplicabile. Nelle terre apriche, e massime nelle selve, dove non v'ha fonti, nè fiumi, e quindi ove non vi sono mai state fabbriche di ferro, nè tampoco indizj di volcani, o fuochi sotterranei, ritrovansi spesso masse di schiuma di ferro tanto considerevoli, che

due uomini non potrebbero alzarle senza stento, avendone per la prima volta veduto nel 1745 a Montigny-l'Encoupe, nei boschi del Sig. di Trudaine, ne feci cercare, e se ne ritrovarono dappoi anche nei nostri di Borgogna ancor più lontani dalle acque di quelli di Montigny, e successivamente in parecchi luoghi. I piccoli pezzi di questa schiuma mi parvero trarre origine da qualche forno di carbone che si sarà lasciato bruciare, ma i grossi derivare non possono se non da un incendio nella selva allorchè era in piena maturanza, e quando gli alberi erano grandi, e vicini l'un l'altro quanto bastasse a produrre un fuoco insieme violentissimo, e durevolissimo.

La schiuma di ferro, che può considerarsi come un residuo della combustione della legna, contiene del ferro; ed in un'altra Memoria vedrannosi le sperienze da me fatte affine di misurare da questo residuo, la quantità di ferro che entra nella composizione de' vegetabili. Questa terra morta, o questa calce, in cui il ferro convertesi per la troppo lunga azione del fuoco, m'è parsa contenere più ferro che non il capo morto del legno, ciocchè sembra provare essere il ferro, siccome il legno una materia combustibile, che il fuoco può egualmente distruggere, purchè le venga più violentemente, e più lungamente applicato.

A persuaderci della verità di quel detto di Plinio, *ferrum accensum igni, nisi duretur ictibus, corrumpitur* [10], basterà osservare in una ferriera la prima massa di ferro che cavasi dalla ferraccia, la quale è un pezzo di ferro fuso per la seconda volta, non per anco stato battuto, cioè rinforzato dal martello: tosto che si estrae dalla fornace, ove ha poco prima sofferto il fuoco più violento, esso è arroventato, e non solo manda scintille infuocate, ma realmente arde d'una fiamma vivissima, la quale consumerebbe una parte della sua sostanza, se troppo s'indugiasse a sottopporla al martello; e questo ferro prima d'essere formato verrebbe anche, per così dire, ad essere distrutto, ed a soffrire compiutamente l'effetto della combustione, se i colpi del martello, avvicinandone le parti troppo divise dal fuoco, non incominciassero a renderli una parte della sua tenacità. In questo stato levasi ancor rosseggiante disotto al martello si porta di nuovo alla fornace per raffinarlo, dove nuovamente infuocato trasportasi egualmente colla possibile prestezza sotto al martello, che lo rinforza, e difende molto più della prima volta, e finalmente questo pezzo esponesi di nuovo al fuoco, indi al mar-

[10] Stor. Natur. *lib.* 34. *cap.* 15.

tello, per mezzo del quale resta interamente lavorato. Questo metodo di lavorare tutt'i ferri comuni, ai quali si danno alla più due o tre battute di martello è il motivo, per cui essi mancano di quella tenacità che potrebbono acquistare lavorati meno frettolosamente; poichè la forza del martello non solo comprime le parti del ferro troppo divise dal fuoco, ma coll'avvicinarle ne discaccia eziandio le materie estranee, e lo purga rinforzandolo. Ordinariamente la perdita che fa il ferro in ferraccia giunge ad un terzo, del quale la maggior parte consumasi nel fuoco, ed il restante scorrendo in fusione forma il così detto *capo-morto* del ferro; esso è più pesante della schiuma di ferro tratta dal legno, e racchiude ancora una quantità assai grande di ferro impurissimo, e crudissimo, dal quale però se ne può trarre qualche parte, se stritolato mischisi in piccola quantità colla miniera che gittasi nel fornello. Io so per esperienza che, unendo insieme un sesto di questo residuo con cinque sesti di miniera purgata co' miei crivelli, il getto non rendesi sensibilmente diverso in qualità, e solo aggiugnendogliene di più diventa più crudo senza cangiare di colore, o di grano. Che se le miniere sono meno pure, queste parti crasse guastano assolutamente la fusione, la quale essendo già per se stessa crudissima

non meno che frangibilissima, per l'aggiunta di questa cattiva sostanza viene ad esserla molto più; di maniera tale, che questo metodo, il quale può riuscir utile nelle mani d'un perito Artefice, in altre mani sarà dannoso a segno di non poter in alcun modo usare tanto de' ferri quanto delle fusioni che se ne faranno.

Vi ha tuttavia dei mezzi, se non per cambiare, almeno per correggere in parte la cattiva qualità della fusione, e di torre alla ferriera la crudezza del ferro che ne deriva. Il primo di questi mezzi è diminuire la forza dell'aria, o questo ottengasi col mutare la positura del bucolare, o col rallentare il moto del mantice, poichè quanto più il fuoco s'ingagliardisce, tanto più di crudezza contrae il ferro. Il secondo, anche più efficace si è di gittare sulla massa di ferro che separasi della ferraccia una certa quantità di terra calcarea, o anche di calce perfetta, la quale serve di fondente alle parti vetrificabili che il ferro crudo racchiude in quantità troppo grande, e lo purga dalle sue impurità. Bisogna però tenersi lontani dal caso d'aver a ricorrere a questi piccoli compensi, ciocchè non succederà mai quando pratichinsi i metodi da me accennati per fare una buona fusione [11].

[11] Questi metodi troverannosi nelle mie Memorie sulla fusione delle miniere di ferro.

Quando i Raffinatori si fanno lavorare per loro conto, e paganſi a migliajo, eſſi, ſiccome anche i Fonditori, fanno nella loro ſettimana tutto il ferro che poſſono; adattano il focolare della loro fucina in maniera di loro maggior comodo, ſollecitano il fuoco, trovano che i mantici non danno mai aria che baſti, lavorano meno la maſſa, ed ordinariamente fanno in due ſcaldate quello che far non potrebbeſi in meno di tre: non ſaremo quindi ſicuri giammai d'avere del ferro d'una buona, e ſola qualità ſe non pagando a meſe gli Operaj, e facendo, alla fine d'ogni ſettimana, rompere alcune verghe del ferro che vanno terminando, affine di riconoſcere ſe hanno traſcurato, o affrettato di troppo il lavoro. Il ferro in lamine piatte è ſempre più fibroſo del ferro in mazze; ſe nelle lamine ritrovanſi due terzi di nervo per un terzo di grani, nelle mazze fatte anche dello ſteſſo ferro non vi ſi troverà ſe non circa un terzo di nervo ſopra due terzi di grani, prova aſſai chiara per dimoſtrare che la maggiore o minor forza del ferro proviene dalla differente applicazione del martello; queſto ſe più coſtantemente, e più frequentemente batte ſullo ſteſſo piano come ſulle lamine piatte, meglio ne approſſima, e riuniſce le parti, che non fa battendo quaſi alternativamente ſu due piani differenti, per

farne mazze quadrate: quindi egli è più difficile il saldare le mazze, che non le lamine; e quando vuolsi fare del ferro per trafila, il quale debb' essere in mazze di tredici linee, e d'un ferro moltissimo nervoso, e duttile quanto basti per essere convertito in filo di ferro, bisogna raffinarlo più lentamente, e non ritirarlo dal fuoco se non quando è vicino a fondersi, e a forza di martello comunicarli tutto quel nervo di cui è suscettibile sotto questa forma quadrata, la quale è la meno atta, ma che sembra necessaria in questo caso, in cui da queste mazze, che tagliansi circa a quattro piedi, trarre se ne deve in seguito una verga di diciotto o venti piedi per mezzo del martello, sotto il quale s'allunga dopo averla scaldata; e questa è quella che chiamasi *verga intagliata*, la quale è quadrata come la mazza da cui deriva, e nelle quattro facce conserva delle cavità successive, che sono le impronte profonde di ciascun colpo del piccolo martello che adoperasi per lavorarle. Perchè passi fino all' ultima trafila, questo ferro deve esser duttilissimo, e nel tempo stesso non troppo dolce; richiedendosi anzi fermo quanto basti perchè non dia un gran calo. Egli è assai difficile di cogliere questo punto, quindi in Francia soltanto due o tre ferriere possono somministrare questi ferri per le filiere.

Egli è vero che la buona fusione è la base del buon ferro; soventi volte però questo buon ferro si guasta per via de' cattivi metodi. Il più comune fra questi, e che più di tutti toglie il nervo, e la tenacità del ferro è il costume degli Operaj di quasi tutte le ferriere di tuffare nell' acqua la prima porzione del pezzo che hanno travagliato, affine di poterlo maneggiare, e ripigliare più prontamente. Io ho veduto non senza sorpresà la prodigiosa differenza cagionata da questa immersione massime nell' inverno, quando l'acqua, essendo fredda, non solo rende fragile il miglior ferro, ma ne cangia altresì il granito, e ne distrugge la forza a segno che nissuno immaginerebbesi ch' esso sia lo stesso ferro se non ne fosse convinto da' suoi proprj occhi col rompere l'altra cima della stessa mazza, la quale non essendo stata immersa nell' acqua conserva per anco il suo nerbo, e il suo granito ordinario. Questo immergimento se non fa gran male in estate ne fa però costantemente alcun poco; e quando si voglia aver il ferro sempre della medesima buona qualità, bisogna assolutamente abbandonare questo costume di tuffarlo nell' acqua, ed aspettare, per maneggiarlo, ch' esso raffreddi all' aria.

E' necessaria una assai buona fusione per ottenere del ferro fibroso, e tenace come

quello che si può cavare dai vecchi ferramenti rifusi, non già coll' esporli di nuovo al fornello di fusione, ma col metterli al fuoco di raffinamento. Per le mie ferriere comprasi ogni anno una quantità assai grande di questi vecchi ferri, dai quali con poca fatica traesi del ferro eccellente. In questi ha però luogo la scelta, poichè quelli che si hanno dai ritaglj di lastre battute, o dai pezzi di filo di ferro rotti, chiamati *riblons* sono i migliori di tutti, perchè composti d' un ferro più puro degli altri, e si pagano qualche cosa di più; generalmente però da questi vecchi ferri quantunque di mezzana qualità, traesi sempre buonissimo ferro, quando si sappia lavorarlo. Non bisogna mai mischiarli col getto, anzi quando frammezzo a questi ferri se ne trovasse qualche pezzo, bisogna separarnelo; è inoltre necessario mettere nel focolare una certa quantità di scaglie, ed il fuoco vuol' essere meno sollecitato, meno violento che pel ferro che lavorasi in ferraccia, poichè senza una tale avvertenza verrebbesi ad abbruciare una gran parte della sfera, la quale quando è ben maneggiata, e di buona qualità, non dà che un quinto di calo, e meno consuma di carbone che il ferro in ferraccia. Le fecce che escono da questi vecchi ferri sono in quantità minore d' assai, e non racchiudono tante particelle di ferro,

quanto le altre. Cogli avanzi rimandati dalle filiere, che somministrano le mie ferriere, e co' ritaglj delle lastre di ferro tagliate ch'io faccio fare, ho avuto bene spesso del ferro ch'era tutto nervo, il di cui calo quasi non arrivava che ad un sesto, laddove il calo del ferro in ferraccia è ordinariamente del doppio, cioè d'un terzo, e sovente anche di più, se vogliasi ottenere del ferro di qualità eccellente.

Il Sig. di Montbeillard Tenente Colonello nel Reggimento Reale d'Artiglieria, essendo stato per molti anni incaricato dell' ispezione delle manifatture d'armi a Charleville, Maubeuge, e Santo Stefano, ha voluto comunicarmi una Memoria da lui presentata al Ministro, nella quale tratta di questa maniera di fabbricare ferro con vecchi ferramenti. A questo proposito dice con gran ragione „ che queste sfere che „ hanno molta superficie, e quelle che de- „ rivano da' vecchi ferri, e dai chiodi di „ cavallo, o frammenti di piccoli cilindri, „ o quadrati torti, o di anelli, e fibbie, „ tutti pezzi, i quali siccome suppongono „ che il ferro adoperato a fabbricarli, fos- „ se flessibile, tenace, e capace d'essere „ piegato, disteso, o torto, devono essere „ trascelti, e ricercati per fabbricare le can- „ ne degli schioppi “. Ritrovansi in questa stessa Memoria del Sig. de Montbeillard

delle eccellenti riflessioni sulla maniera di perfezionare le armi da fuoco, e di assicurarsele resistenti colla scelta del buon ferro, e colla maniera di trattarlo. L'Autore riferisce una buonissima sperienza [12], la quale prova concludentemente che i vecchi ferri, ed anche le scaglie, e gli sfogliamenti, i quali perchè staccansi dalla superficie del ferro, da molti sono creduti scorie, non lasciano però di unirsi insieme il più intimamente ch'è possibile, e somministrano per conseguente il ferro

[12] Prendasi una stanga di ferro larga due in tre pollici, grossa due in tre linee; si arroventisca, e colla penna del martello vi si faccia al lungo una scanalatura o cavità; pieghisi indi sopra se medesima per raddoppiarla e batterla: riempiasi in segnito la scanalatura di queste scaglie; facciasi in sulle prime scaldar dolcemente, avvertendo di ribatterne gli orli, perchè le scaglie non isfuggano: battasi poscia la stanga come usasi col ferro prima di arroventirlo; indi riscaldisi fino all'incandescenza, e quasi alla fusione, e il pezzo si scalderà così bene, che rompendolo a freddo, non vi si scorgerà per entro cosa che indichi che la scaldatura non sia stata compita e perfetta, e tutte le parti del ferro non siansi reciprocamente penetrate senza lasciare alcuno spazio voto. Questa sperienza da me fatta, e facile a ripetersi, deve assicurarci che le scaglie, o piatte che sieno, o in forma d'aghi, non sono altro che ferro come la stanga colla quale s'incorporano, e formano una stessa massa.

d'una qualità egualmente buona, e forse migliore di qualunque altra. Nel tempo istesso la di lui opinione s'accorda colla mia, ed osserva egli stesso nel seguito della sua Memoria, che questo eccellente ferro non vuol essere adoperato solo, appunto per essere troppo perfetto; e di fatti un ferro, il quale appena uscito dalla ferriera abbia tutta la perfezione sua propria, non è buono se non da usarsi tal quale è, o in opere, le quali esigono soltanto un calor dolce, poichè il riscaldarlo assai, e l'arroventirlo lo deteriora, siccome io ho sperimentato più volte in pezzi d'ogni grossezza. Il pezzo di ferro piccolo si altera un poco meno del grosso, ma tutti due perdono la maggior parte del loro nervo subito dopo essere stati arroventiti la prima volta. Una seconda scaldata simile cambia e distrugge affatto il nervo, ed altera parimenti la qualità del grano, il quale da fino ch'era diventa grossolano, e lucido come quello del ferro più comune. Un terzo riscaldamento rende ancora più inferiori questi grani, e fa che tramezzo agli interstizj di essi veggansi alcune particelle nere di materia abbruciata. Finalmente continuando a scaldar questo ferro si giunge ad ottenere l'ultimo grado del suo scomponimento, ed a ridurlo in una terra morta, la quale non sembra contenere sostanza metallica, e di

cui non si può fare alcun uso. Ciò addiviene, perchè questa terra morta, non contenendo maggior quantità di ferro della scoria comune, che cavasi dal carbone de' vegetabili, non ha, siccome la maggior parte delle altre calci, la proprietà di revivificarsi per mezzo dell' applicazione delle materie combustibili, laddove le calci degli altri metalli si revivificano quasi interamente, o almeno in gran parte; ciocchè finisce di dimostrare che il ferro è una materia quasi del tutto combustibile.

Questo ferro che cavasi, tanto da questa terra, o calce di ferro, quanto dalla scoria proveniente dal carbone, m'è parso d'una qualità singolare, cioè moltissimo magnetico, ed assaissimo resistente alla fusione. In alcuna delle miniere ch'io ho fatte scavare, ritrovai della piccola sabbia nera egualmente magnetica non solubile, e quasi interamente non fusibile, la quale sabbia ferrugigna, e magnetica com'è, ritrovasi mischiata coi grani di miniera che non lo sono, e certamente da ben diversa cagione derivano: il fuoco ha prodotto questa sabbia magnetica, e l'acqua i grani di miniera; e se accidentalmente mischiati ritrovansi, ciò è, perchè a caso abbruciati si saranno dei grandi ammassi di legna, o perchè fatti si saranno dei fornelli di carbone su terreni contenenti miniere, e perchè questa sabbia

fer-

ferrugigna, la quale altro non è, se non lo sminuzzamento della scoria di ferro, cui l'acqua non giunge ad irrugginire, nè a disciogliere è penetrata unitamente all' acque in vicinanza agli strati delle miniere in grani, la profondità delle quali non è più che di due o tre piedi. Nella Memoria precedente abbiam veduto che questa sabbia ferrugigna proveniente dalla scoria di ferro de' vegetabili, o anche dal ferro abbrucciato quanto può esserlo, sembra per tutt'i riguardi eguale a quella che trovasi nella platina.

Il ferro più perfetto è quello che quasi senza grani è interamente d'un nervo grigio-cinericcio; il ferro di nervo nero è anch' esso buonissimo, e forse al primo preferibile in tutti quegli usi ove faccia bisogno di scaldare questo metallo prima di adoprarlo; quello della terza qualità, il quale è metà grano, e metà nervo è il più eccellente pel commercio, perchè puossi riscaldare due o tre volte senza che cangi natura; il ferro senza nervo, ma a grani piccoli serve anch' esso a molti usi, ma quello senza nervo, e a grossi grani dovrebbe essere proscritto: eppure a gran danno e sventura della società, questo è cento volte più comune degli altri. Un uomo esercitato in un colpo d'occhio conosce tosto la buona o cattiva qualità del ferro, laddove quelli che

lo fanno adoperare per le loro navi, o per i loro attrezzi, non se ne intendono, o non vi fanno caſo, e pagano per buoniſſimo quel ferro che ſi rompe a un piccolo peſo, o che la ruggine in poco tempo diſtrugge.

Quanto più le ſcaldate troppo vive, e ſpinte fino alla roventezza deteriorano il ferro, altrettanto ſembra che lo migliorino le dolci, per le quali eſſo non acquiſta che un roſſo di ciriegia. Queſto è il motivo, per cui i ferri deſtinati ad eſſere tagliati o battuti non eſigono nel fabbricarli tanta circoſpezione, quanta i *ferri mercantili*, i quali devono eſſere perfetti. Il ferro per filiera che coſtituiſce una claſſe diſtinta non è mai troppo puro, poichè, ſe conteneſſe delle particelle eterogenee, diverrebbe fragiliſſimo nell' ultime trafile: non havvi quindi altro mezzo di depurarlo, ſe non quello di farlo bene arroventire per la prima volta, indi con non minor forza che cautela ſottoporlo al martello, e in ſeguito nuovamente riſcaldarlo fino alla roventezza per finire di depurarlo ſotto al martello, allungandolo per farne della verga intagliata. I ferri però deſtinati ad eſſere nuovamente feſſi, per formarne verga ordinaria, ferri piatti, linguette per laſtre, brievemente tutt' i ferri che paſſar devono ſotto cilindri, non richiedono lo ſteſſo grado di perfezione, poichè ſi perfezionano alla fornace

ove si tagliano, nella quale non adoprandosi che legna, tutti questi ferri non ricevono più che un calore di secondo grado, cioè d'un rosso color di fuoco bastevole ad ammollirli, per modo che possansi stiacciare, e distendere sotto i cilindri, e in seguito cedere al taglio. Contuttociò se vuolsi ottenere della verga molto dolce, come quella ch'è necessaria per i chiodi da maniscalco; se voglionsi de' ferri stiacciati che abbiano molto nervo, com'esser debbono quelli che adoperansi per le ruote, e principalmente i cerchi che fannosi d'un sol pezzo, per i quali abbisogna almeno un terzo di nervo; in tal caso i ferri che mandansi a tagliare, devono essere di buona qualità, cioè avere almeno un terzo di nervo; imperciocchè io ho osservato, che, quantunque il fuoco dolce della fornace, e la forte compressione de' cilindri rendano veramente il grano del ferro alquanto più fino, e comunichino del nervo a quello che non aveva se non un granito finissimo, non cangiano però in nervo il grosso grano de' ferri comuni; di maniera tale, che col ferro cattivo a grossi grani si potrà bensì fare della verga, o de' ferri piatti, i grani dei quali saranno meno grossi, ma saranno ancora troppo fragili per valersene agli usi or' ora accennati.

Nè la cosa va diversamente rispetto alla

latta. Per farla dovrebbesi adoperare ferro di ottima qualità, e pur troppo abbiamo a dolerci che si faccia tutto il contrario. Tutte le nostre latte, che fabbricansi in Francia sono fatte col ferro comune, e quindi nel piegarle si rompono, e in poco tempo abbruciano o marciscono; laddove la latta che si fa con buon ferro nervoso, come quella di Svezia, o d'Inghilterra, si torcerà cento volte senza rompersi, e durerà forse venti volte più delle altre. Di questa che d'ogni grandezza e grossezza si fa alle mie ferriere, se ne adopra a Parigi per le casserole, e per gli altri utensigli di cucina che stagnansi, e con ragione preferisconsi alle casserole di rame. Con questa medesima latta si è anche fatto un gran numero di padelle, di canali, di tubi, ed ho dopo quattro anni mille volte sperimentato che questa, come ho detto or'ora, può resistere tanto al fuoco, come all'aria molto più delle latte comuni; ma siccome essa è alquanto più cara, tanto minore ne è lo smercio, e non viene ricercata, se non per certi usi particolari, ai quali non potrebbono servire le altre latte. Chiunque fosse pratico, come io lo sono, del commercio de' ferri, direbbe che in Francia s'è fatto patto generale di servirsi solamente di quanto v'ha di più cattivo in questo genere.

Con del ferro nervoso potrassi sempre ot-

tenere latta eccellente, facendo passare sotto i cilindri della *fenderia* [13] il ferro in lamine. Pessimo si è l'uso di quelli che appianano con il martello queste lamine dopo d'averle fatte scaldare al carbone: il fuoco di carbone sollecitato per mezzo dei mantici guasta il ferro di queste lamine, dove quello del forno della fenderia non fa che perfezionarlo; e siccome altronde è più della metà meno dispendioso il far le lamine a cilindro, che a martello, l'interesse s'accorda colla teoria dell'arte; l'ignoranza sola può mantenere quest' uso, il quale tuttavia è il più generale, poichè di tutte le latte che fabbricansi in Francia, ve n'ha più di tre quarti, le di cui lamine sono state fatte a martello. Ma mi dirà taluno, che non si può fare altrimenti, perchè tutte le ferriere non hanno vicina una fenderia, e de' cilindri montati: lo confesso, ed è appunto ciò di cui io mi dolgo. Si fa male a permettere questi piccoli stabilimenti particolari, i quali non sussistono, se non comperando nelle grosse ferriere i ferri di più buon mercato, cioè tutt'i più mediocri, per fabbricarli poi in latta, ed in piccoli ferri della qualità più cattiva.

Il cattivo ferro con cui fabbricansi i ferri

[13] Fenderia, luogo dove si fende il ferro di lamiera, e se ne fan delle verghe.

d'aratro, altro oggetto assai importante, è incredibile quanto danno porti ai lavoratori: dannosi a questi dei ferri che rompendosi al minimo sforzo essi sono obbligati di rinnovare quasi tanto spesso quanto le loro colture; si fa loro pagar ben caro il cattivo acciaio, con cui armano la punta di questi ferri ancor più cattivi, e in capo a un anno, e sovente anche in meno di tempo il tutto è rovinato; laddove adoperando per questi ferri d'aratro, come per la latta, il ferro migliore, e il più nervoso, si potrebbe assicurarne l'uso per vent'anni, ed anche tralasciare di accialarne la punta; imperciocchè avendo io fatte fare parecchie centinaia di questi ferri d'aratro, ne ho fatti provare alcuni senza acciaio, e si sono ritrovati di qualità assai ferma per resistere al lavoro. Feci la stessa sperienza sopra un gran numero di zappe: la cattiva qualità de' nostri ferri ha reso generale presso i ferrai l'uso di mettere l'acciaio a questi stromenti di campagna, che non ne avrebbero bisogno, se fossero fabbricati di buon ferro con lamine passate sotto i cilindri.

Accordo che vi siano certi usi per i quali si potrebbe fabbricare del ferro crudo, ma bisogna altresì ch'esso non sia a grani troppo grossi, nè troppo fragile: i chiodi per i piccoli panconi, le bullettine, e gli altri piccoli chiodi pieganSi quando sono fatti d'un

ferro troppo dolce; ma, se si eccettui quest' uso, cui si avrà sempre soverchio pensiero di soddisfare, io non vedo che debbasi usare ferro crudo. Che se in una buona manifattura se ne voglia fare una certa quantità, niente v' ha di più facile, perciocchè non abbisogna che di accrescere una misura, o una misura e mezzo di miniera al fornello, e mettere a parte le ferracce che se ne otterranno, nel qual caso la fusione sarà meno buona, e più bianca. Si faranno battere e scaldare separatamente, non riscaldandole che due volte per ciascuna lamina, e si otterrà del ferro crudo, il quale taglierassi più facilmente dell' altro, e somministrerà della verga fragile.

Il ferro migliore, quello cioè che ha il maggior nervo, e per conseguente la maggiore tenacità, può, senza rompersi sostenere cento, e duecento colpi di mazza: quindi, siccome bisogna spezzarlo per tutti gli usi della fenderia, e della batteria ciò che richiederebbe molto tempo anche servendosi della cisoia d'acciaio, egli è meglio far tagliare sotto il martello della ferriera le stanghe ancora calde a metà della loro grossezza, il che non impedisce al martellatore di terminarle, e risparmia molto tempo al tagliatore ed all' appianatore. Tutto il ferro ch' io faccio rompere a freddo, e a forza di colpi di mazza, si scalda tanto

più, quanto più fortemente, e più spesso è battuto; nè solo si scalda a segno d'abbruciare vivissimamente, ma eziandio diventa magnetico, come se fosse stato stropicciato su d'una buonissima calamita. Assicurato da molte successive osservazioni della costanza d'un tal effetto, e volendo vedere se ancor senza batterlo avessi potuto comunicare al ferro la virtù magnetica, ho fatto prendere una verga grossa tre linee del mio ferro che conoscevo più tenace dall' essere difficilissimo a rompere, ed avendolo fatto piegare, e ripiegare sette o otto volte di seguito dalle mani d'un uomo forte senza poterla rompere, ritrovai il ferro caldissimo al sito in cui era stato piegato, e dotato nel tempo stesso di tutta la virtù magnetica propria d'una mazza ben calamitata. Avrò in seguito occasione di rimontare a un tale fenomeno per la strettissima relazione che ha colla teoria del magnetismo, e dell'elettricità, e ch'io accenno quì solo per dimostrare che quanto più tenace è una materia, cioè quanto maggiore forza è necessaria per dividerla, tanto più atta ritrovasi a produrre il calore, e tutti gli effetti che possono dal medesimo dipendere, e provare nel tempo istesso che la semplice pressione producendo il soffregamento delle parti interiori, equivale all' effetto della percussione più violenta.

Si salda ogni giorno il ferro unendovi, o soprametendovi altro ferro, ma perchè esso alquanto più debole non ritrovisi nei siti delle saldature, è necessaria la maggiore cautela: imperciocchè per riunire, e saldare i due capi d'una stanga si scaldano fino alla più viva roventezza, e il ferro non arriva a questo stato di quasi fusione senza perdere tutta la sua tenacità, e per conseguente tutto il suo nervo, ch'esso non può racquistare in tutta la parte saldata se non per mezzo de' martelli, di cui due o tre operai facciano succedere i colpi più prontamente ch'è possibile, ma questa percussione è debolissima, ed anche lenta in confronto del martello di ferriere, o a mulino; quindi il sito saldato, quantunque di buona qualità, avrà sempre poco di nervo, e bene spesso non ne avrà, se non si sarà colto l'istante, in cui i due pezzi sono egualmente caldi, e se il moto del martello non sarà stato pronto, e forte quanto basti ad unirli bene, onde, quando si abbia da saldare pezzi di qualche importanza, sarà bene valersi de' più pronti martelli a mulino. La saldatura nelle canne dell' armi a fuoco è una delle cose più importanti, ed il Sig. de Montbeillard nella Memoria citata più sopra ci dà dei buoni lumi, ed anche delle sperienze decisive sopra questo oggetto: io convengo con lui che, siccome per saldare

la canna in tutta la ſua lunghezza è neceſſario arroventire più volte la lamina non fa duopo ſervirſi del ferro che ſia all' ultimo grado di ſua perfezione, perciocchè le frequenti ſcaldature non potrebbero che deteriorarlo; che biſogna all'oppoſto ſcegliere il ferro, il quale non eſſendo ancor tanto puro quanto può eſſerlo, acquiſterà anzi che perdere in qualità per queſte nuove ſcaldature: ma queſt' articolo ſolo eſigerebbe un gran lavoro fatto e diretto da un uomo tanto illuminato quanto il Sig. de Montbeillard, maſſime in un oggetto di tanto intereſſe per la vita degli uomini, e per la gloria dello Stato, che merita la maggior attenzione.

Il ferro viene ſcompoſto dall'umidità come dal fuoco; eſſo attrae l'umido dell' aria, ne è penetrato, s'irrugginiſce, cioè ſi cangia in una ſpecie di terra friabile, e ſenza coeſione. I ferri di cattiva qualità, o mal fabbriccati ſoggiacciono in pochiſſimo tempo a ſiffatta converſione; e quelli di buona qualità, le di cui ſuperficie ſono liſce, o levigate reggono più lungamente, tutti però ſono ſoggetti a queſto genere di malore, che dalla ſuperficie ſi fa ſtrada aſſai prontamente all' interiore, e diſtrugge col tempo il corpo intero del ferro. Nell' acqua conſervaſi aſſai meglio che all' aria, e quantunque noi ci accorgiamo della ſua al-

terazione dal color nero ch' esso prende dopo avervi dimorato a lungo, non è snaturato a segno di non poter essere lavorato, invece che quello ch' è stato esposto all' aria per qualche secolo, e che gli operai, dal pensare che la luna lo mangi, chiamano ferro lunato, non può essere lavorato, nè adoperato ad alcun uso a meno che non si revivifichi come le ferruggini e il croco di marte, operazione, la quale comunemente costa più che non vale il ferro. La differenza dei due scomponimenti del ferro si è che in quello prodotto dal fuoco, la maggior parte del ferro si brucia, ed esala in vapori come le altre materie combustibili, nè altro rimane fuorchè una schiuma di ferro, la quale contiene, come quella dei legni, una piccola quantità di materia moltissimo amica della calamita, ch'è vero ferro, ma a mio parere d'una natura singolare, e simile come ho detto alla sabbia ferrugigna, che trovasi nella platina in sì gran quantità. Lo scomponimento per mezzo dell' umidità non diminuisce, quanto la combustione, la massa del ferro, bensì ne altera tutte le parti a segno di farle perdere la virtù magnetica, la coesione, ed il colore metallico. Di questa ruggine, o terra di ferro sono in gran parte composte le miniere in grani: l'acqua dopo di aver attenuate queste particelle di ferruggine, e

ridottele in molecole insensibili le trasporta, e le depóne per feltrazione nel seno della terra, ove da una specie di cristallizzazione dipendente come tutte le altre della mutua attrazione delle molecole analoge, vengono unite in grani; e siccome questa ruggine di ferro era priva della virtù magnetica, non è da maravigliarsi che le miniere in grani che da essa derivano ne siano egualmente mancanti. Questo parmi dimostrare in maniera assai chiara, che il magnetismo suppone l'azione precedente del fuoco; che essa è una qualità particolare che il fuoco comunica, e l'umidità dell' aria toglie al ferro, che scompone.

Se pongasi in un vaso una grande quantità di limatura di ferro puro non per anco irrugginito, e coprasi d'acqua, scorgerassi lasciandola seccare che la limatura col solo intermezzo dell' acqua si riunisce fino a formare una massa di ferro soda a segno di non potersi rompere che a colpi di mazza: non è dunque precisamente l'acqua che scompone il ferro, e produce la ruggine, ma piuttosto i sali ed i vapori sulfurei dell' aria, perciocchè sappiamo che il ferro viene facilissimamente disciolto dagli acidi, e dallo zolfo. Presentando una verga di ferro assai rovente a un ammasso di zolfo, il ferro si liquefa tosto, e ricevendolo nell' acqua ottengonsi delle granaglie che non son più

ferro, nè tampoco fusione; poichè io ho provato che non potevansi più riunire al fuoco per lavorarle, e ch'esse non erano più che una materia da non potersi paragonare se non alla pirite marziale, in cui il ferro sembra essere egualmente scomposto dal zolfo. Non per altra ragione io credo che quasi dappertutto alla superficie della terra, e sotto i primi strati esteriori ritrovisi una molto grande quantità di queste piriti, il grano delle quali rassomiglia a quello del cattivo ferro, di cui però ne contengono una quantità piccolissima mischiata con molto acido vitriuolico, e più o meno di zolfo.

MEMORIA QUINTA.

Esperienze sugli effetti del calore oscuro.

Affine di riconoscere gli effetti del calore oscuro, cioè del calore privato quanto è possibile di luce, di fiamma, e di fuoco libero, ho fatte in grande alcune sperienze, i di cui risultati mi sono sembrati interessantissimi.

Prima Sperienza.

Verso la fine d'Agosto del 1772. abbiamo incominciato a mettere delle brace ardenti nel crogiuolo del gran fornello che adoprasi per fondere la miniera di ferro per

ridurla in ferraccia, e queste brace avevano terminato di asciugare le intonacature ch'erano fatte d'argilla mischiata con egual porzione di sabbia vetriscibile. Il fornello aveva 23 piedi d'altezza. Per la bocca [così chiamasi l'apertura superiore del fornello] s'introdussero i carboni accesi che cavavansi dai piccoli forni d'esperienze, e di questi successivamente se ne introdusse una quantità assai grande per riempiere il basso del fornello fino al tino [così chiamasi il luogo della maggior capacità del fornello] il quale in questo arrivava a 7 piedi, e 2 pollici d'altezza perpendicolare oltre il fondo del crogiuolo. Con questo mezzo s'incominciò a comunicare al fornello un calore, il quale non si palesò nella parte più alta del medesimo.

Alli 10 di Settembre per l'apertura del crogiuolo si levarono tutte queste brace ridotte in cenere, e votatolo perfettamente vi si posero alcuni carboni ardenti, ed altri carboni al di sopra fino alla quantità di 600 libbre di peso; in seguito se li lasciò prender fuoco, e il giorno dopo 11 Settembre si finì di colmare il fornello con 4800 libbre di carbone, onde venne a contarne in tutto 5400 libbre portatevi in cento trentacinque ceste di quaranta libbre l'una, oltre la tara.

Lascioffi in tutto questo tempo aperta

l'entrata del crogiuolo, e ben chiusa quella del bucolare, affine d'impedire che il fuoco si comunicasse ai mantici. Il primo effetto del gran calore prodotto dalla lunga dimora delle brace ardenti, e da questo primo abbruciamento di carbone si scoprì da una piccola fenditura che si fece nella pietra del fondo all' entrata del crogiuolo, e da un'altra fenditura nella pietra dai Francesi detta, *tympe* [14]. Contuttociò il carbone ch' era molto acceso abbasso, non era tale, che a una piccolissima altezza, e fino al giorno 12 Settembre alle sei ore di sera il fornello non mandava che pochissimo fumo all' apertura superiore, perciocchè questa, siccome ancora l'apertura del crogiuolo non era chiusa.

Alle nove ore della sera dello stesso giorno la fiamma arrivò fino al di sopra del fornello, ed essendo divenuta vivissima, alle dieci ore della sera si turò l'apertura del crogiuolo. La fiamma comechè scemata da questa soppressione della corrente dell'aria, tuttavia durante la notte, e il giorno seguente si mantenne, per modo che all'indimani 13 Settembre verso le quattro ore di sera, il carbone erasi diminuito d'alquanto più di quattro piedi. A quest' ora me-

---

[14] L'uso di essa veggasi nell' Indice delle materie al titolo *tympe*.

desima si empiè di nuovo questo voto con undici ceste di carbone del peso tutt' insieme di 440 libbre; quindi il fornello è stato caricato in tutto di 5840 libbre di carbone.

In seguito si turò l'apertura superiore del fornello con un largo coperchio di forte latta intonacato all' intorno di ghiaja e sabbia mischiata con polvere di carbone, e carico all'altezza d'un piede di questa polvere di carbone bagnata; mentre chiudevasi si osservò che la fiamma non lasciava di farsi sentire assai fortemente nell'interior del fornello; ma in meno d'un minuto la fiamma cessò di risuonare, e non si sentì più alcun rumore, nè mormorio, talchè si sarebbe potuto pensare, che tolto alla cavità del fornello la comunicazione dell'aria, il fuoco vi si fosse spento interamente.

Chiuso così per ogni dove tanto superiormente, quanto inferiormente il fornello si lasciò in questo stato dalli 13 Settembre fino alli 28 dello stesso mese; in questo tempo osservai che, sebbene nel fornello non vi fosse fiamma, e nè manco fuoco luminoso, il calore non lasciava però di aumentarsi, e comunicarsi all' intorno della cavità del fornello.

Alli 28 Settembre, alle dieci ore della mattina s'aprì con precauzione l'apertura superiore del fornello per timore di rimaner

soffocati dal vapor del carbone; ma prima d'aprirla osservai che il calore aveva penetrato fino a quattro piedi e mezzo la grossezza del massiccio che forma la torre del fornello, e che questo calore molto grande in vicinanza della *bure* (così chiamasi la parte superiore del fornello che s'innalza al di sopra del suo terrapieno). A misura però che si andava verso la cavità, le pietre erano cotanto infuocate che non era possibile toccarle per un momento; il calcestruzzo nelle commettiture delle pietre era in parte abbruciato, e sembrava che il calore fosse anche molto più grande nel basso del fornello, perciocchè le pietre al di sopra della così detta *tympe*, e del bucolare erano eccessivamente calde in tutta la loro grossezza fino a 4 o 5 piedi.

Nell' aprirsi della bocca del fornello, ne uscì all' istante un vapor soffocante, da cui fu d'uopo allontanarsi, e che non ha lasciato di offendere la testa della maggior parte degli astanti. Tostochè fu dissipato questo vapore, misuratosi quanto si fosse diminuito il carbone rinchiuso, e privo d'aria libera per lo spazio di quindici giorni, si ritrovò abbassato di 14 piedi, e 5 pollici d'altezza, talmente che era vota tutta la parte superiore del fornello quasi fino al tino.

Osservando poscia la superficie di questo carbone, ch'era prima assolutamente nero,

e senza fiamma, vi scorsi una piccola fiamma allora allora nascente, la quale in meno d'un ora da azzurognola divenne rossa nel centro, e si sollevò quasi 2 piedi al di sopra del carbone.

Un' ora dopo avere sturata la bocca, feci aprire l'entrata del crogiuolo, e la prima cosa che mi si presentasse a questo aprimento non fu fuoco come sarebbesi potuto supporre, ma scorie derivanti dal carbone, simili a una leggiere schiuma di ferro; questa schiuma eravi in quantità assai grande, ed occupava tutto l'interno del crogiuolo dalla *tympe* fino alla così detta *rustine* [15], ma il più singolare si è che, quantunque essa non fosse stata prodotta se non da un gran calore, aveva però trattenuto questo stesso calore più che il crogiuolo, per modo che le parti di essa che trovavansi al fondo, non erano, per così dire, che tiepide; e ciò non ostante s'erano attaccate al fondo, ed alle pareti del crogiuolo, e ne avevano ridotte in calce qualche porzione fino alla profondità di più di tre o quattro pollici.

Feci prender fuori e mettere a parte questa schiuma di ferro per esaminarla, e si cavò anche la calce dal crogiuolo, e dalle parti vicine ad esso, ch' era in quantità assai gran-

[15] Vedi l'Indice delle materie al titolo *rustine*.

de. Una tale calcinazione fatta per mezzo di questo fuoco senza fiamma, mi parve derivare in parte dall' azione di queste scorie del carbone, ed ho stimato che questo fuoco sordo e senza fiamma fosse troppo secco; e credo altresì che, se io avessi col carbone mischiata qualche porzione di scoria o di terra vetriscibile, questa avrebbe servito d'alimento al calore, ed avrebbe somministrate delle materie fondenti, le quali avrebbero preservato dalla calcinazione la superficie dell' edifizio del fornello.

Che che ne sia però, da questa sperienza risulta che il calor solo, cioè il calore oscuro, rinchiuso, e privato d'aria quanto è possibile, produce col tempo effetti simili a quelli del fuoco più attivo, e più luminoso. Noi sappiamo ch' esser deve violento per calcinare la pietra; ed io fra tutte le pietre calcaree, la meno calcinabile, cioè la più resistente al fuoco scelta aveva per la costruzione dell' opera, e del camino del mio fornello: altronde tutte queste pietre erano state tagliate, e collocate con accorgimento, poichè i più piccoli pezzi erano d'un piede di grossezza, d'un piede e mezzo di larghezza sopra tre e quattro piedi di lunghezza, volume, in cui la pietra è molto più difficile a calcinarsi di quel che sia quando è ridotta in rottami. Eppure questo solo calore ha non solamente calcinate queste pie-

tre alla profondità quasi d'un mezzo piede, ma eziandio abbruciate le intonacature fatte d'argilla, e di sabbia senza fonderle come io avrei anzi voluto, periocchè allora le commessure della costruzione del fornello si sarebbero conservate piene, invece che il calore seguendo la direzione di questa commessura ha ancora calcinate le pietre massime nei lati delle medesime. A meglio far intendere però gli effetti di questo calore oscuro, e concentrato, devo osservare. 1.° Che essendo il massiccio del fornello grosso 28 piedi da due lati, e 24 da due altri lati; e la cavità in cui era contenuto il carbone, non essendo nella sua maggior larghezza che di 6 piedi, i muri compiti che circondano questa cavità avevano 9 piedi di grossezza di fabbrica a calce e sabbia nelle parti meno grosse; che per conseguenza non si può supporre che l'aria passasse a traverso questi muri di 9 piedi. 2.° Che questa cavità, la quale conteneva il carbone essendo stata turata abbasso al sito del colatoio con calcestruzzo d'argilla mischiata di sabbia all'altezza d'un piede, ed al bucolare, la cui apertura non è più che di alcuni pollici, con questo stesso calcestruzzo che serve per tutte le chiuse, non è da presumersi che per queste aperture possa essere entrata aria. 3.° Che la bocca del fornello, essendo anch'essa stata chiusa con una pia-

ſtra di forte latta intonacata, e coperta anch'eſſa collo ſteſſo cemento quaſi alla groſſezza di ſei pollici, e circondata, e coperta di polvere di carbone miſchiata a queſto ſteſſo cemento all'altezza di ſei altri pollici, da queſt' ultima apertura veniva proibito l'acceſſo all'aria. Noi poſſiamo quindi aſſicurarci che non vi foſſe aria circolante in tutta queſta cavità, la capacità della quale era di 330 piedi cubici, e che avendola empita di 5400 libbre di carbone, il fuoco ſoffocato in queſta cavità non ha potuto eſſere nodrito che della piccola quantità d'aria contenuta negli ſpazj, che laſciano i pezzi di carbone ſovrapoſti; e ſiccome queſta materia poſta l'una ſopra l'altra laſcia de' grandiſſimi voti, ſupponendone metà, o anche tre quarti, in queſta cavità non vi aveva che 165, o tutt' al più 248 piedi cubici d'aria. Ora il fuoco del fornello ravvivato da' mantici conſuma queſta quantità d'aria in meno d'un mezzo minuto, eppure ſembrerebbe che aveſſe potuto per lo ſpazio di quindici giorni mantenere il calore, ed anche accreſcerlo quaſi egualmente che il fuoco libero, poichè ha prodotta la calcinazione delle pietre alla profondità di quattro pollici nel fondo, ed a quella di più di due piedi nel mezzo, e in tutta l'eſtenſione del fornello, come ſi dirà fra poco. E ſiccome ciò mi pareva aſſai difficile d'intendere, ho

a prima giunta pensato che alli 248 piedi cubici d'aria contenuti nella cavità del fornello, aggiungere si dovesse tutto il vapore dell' umidità de' muri, che il concentrato calore avrà certamente attratta, e di cui non è possibile di fare un giusto calcolo. Quelli sono i soli alimenti che o in qualità d'aria, o in quella di vapori acquosi questo grandissimo calore ha consumati in quindici giorni; perciocchè nell' abbruciamento del carbone poco o niente d'aria strigasi, quantunque dal legno d'elce bene secco se ne sviluppi più d'un terzo del peso totale [16]; quest' aria fissa contenuta nel legno ne viene scacciata dalla prima operazione del fuoco che la converte in carbone, e se pur ve ne rimane, essa è in quantità così piccola che non può risguardarsi come il supplemento dell' aria che mancava quì per mantenere il fuoco. Quindi questo calore grandissimo che crebbe a segno di calcinare profondamente le pietre è stato mantenuto da soli 248 piedi cubici d'aria, e da' vapori dell' umidità dei muri; il prodotto successivo della quale umidità, quand' anche si supponesse cento volte più considerevole del volume dell' aria contenuta nel fornello, verrebbe sempre a formare soltanto 24800 piedi cubici di vapori atti a mantenere l'ab-

---

[16] Hales, Statica de' vegetabili, *pag.* 152.

bruciamento; quantità che il fuoco libero, ed animato da' mantici consumerebbe in meno di 30 minuti, laddove il calor sordo non la consuma che in quindici giorni.

Egli è inoltre necessario d'osservare che lo stesso fuoco libero, e sollecitato avrebbe consumato in 11 o 12 ore le 3600 libbre di carbone, che il calor oscuro non ha consumate in quindici giorni: esso non ha dunque avuto che la trentesima parte dell'alimento del fuoco libero, poichè ha impiegato trenta volte egual tempo pel consumo della materia combustibile, ed eziandio circa settecento ventinove volte meno d'aria, o di vapori per questa combustione. Ciò non per tanto gli effetti di questo calore oscuro sono stati istessi di quelli del fuoco libero perciocchè quindici giorni di fuoco violento, e ravvivato sarebbero stati necessarj per calcinare le pietre al medesimo grado che le ha calcinate il calor solo, ciò che ci dimostra da una parte l'immensa perdita di calore che si fa allorquando esala coi vapori della fiamma, e dall'altra parte i grandi effetti che noi potremmo aspettarci concentrandolo, o, a meglio dire, imprigionandolo, e trattenendolo. Imperciocchè avendo questo calore trattenuto, e concentrato prodotti i medesimi effetti del fuoco libero e violento con trenta volte meno di materia combustibile, e settecento venti volte meno d'aria,

ed essendo supposto in ragione composta di questi due elementi, devesi conchiudere che nei nostri gran fornelli per fondere le miniere di ferro disperdasi vent'un mila volte più di calore che non s'applica o alla miniera, o alle pareti del fornello; di maniera che immaginerebbesi che i fornelli di riverbero, ne' quali il calore resta più concentrato dovessero produrre il fuoco più potente. Eppure io ne ho la prova in contrario dall' aver osservato che col fuoco di riverbero della vetreria di Rovelles in Borgogna le nostre miniere di ferro non s'erano tampoco agglutinate, laddove fondonsi in meno di 12 ore al fuoco de' miei fornelli a mantici: questa differenza appartiene al principio ch' io ho dato, cioè che il fuoco o per la sua velocità, o pel suo volume produce effetti del tutto diversi su certe sostanze come la miniera di ferro, ed all' opposto può produrne de' somiglianti su altre sostanze come sulla pietra calcarea. La fusione in generale è un' operazione pronta che deve avere maggior rapporto colla celerità del fuoco, che non la calcinazione, la quale è sempre lenta, e deve in molti casi avere maggior rapporto col volume del fuoco, o colla lunga sua dimora, che non colla sua celerità. Vedrassi coll' esperienza seguente che questo stesso calore trattenuto, e concentrato non fa alcun effetto sulla miniera di ferro.

SE-

SECONDA SPERIENZA.

Dopo aver fuso della miniera 10 fi di o per lo spazio di circa quattro mesi, feci liquefare le ultime ferracce in quel medesimo fornello di 23 piedi d'altezza, riempiendolo sempre con carbone, ma senza miniera, affine di trarne tutta la materia fusa: indi tostochè m'assicurai che più non ve ne restava, feci sospendere l'azione de' mantici, e turare esattamente l'apertura del bucolare, e quella del colatoio, che si murò con mattoni e calcestruzzo d'argilla mischiata con sabbia. Feci in seguito portar sul carbone tanta miniera, quanta entrar ne poteva nel voto esistente al di sopra del fornello, e in questa prima volta ve ne vollero ventisette misure di 60 libbre, cioè 1620 libbre per conguagliare il livello della bocca superiore del fornello. Dopo di ciò feci chiudere l'apertura coll' egual piastra di forte latta, e con calcestruzzo d'argilla, e sabbia, ed eziandio con una gran quantità di polvere di carbone: è facile l'immaginarsi qual' immenso calore io rinchiudessi così nel fornello, poichè tutto il carbone dall'alto al basso era infuocato quand'io tolsi l'azione dell' aria; tutte le pietre delle pareti erano rosseggianti pel fuoco che già da quattro mesi penetrate le aveva; e tutto questo calore non poteva esalare se non per

via di due piccole fenditure che fatte si erano nel muro, e che io per togliere anche queste uscite, feci riempiere di buon calcestruzzo: fatta aprire dopo tre giorni la bocca superiore vidi non senza sorpresa che, malgrado quest' immenso calore rinchiuso nel fornello, il carbone acceso, quantunque compresso dalla miniera, e caricato di 1620 libbre, non erasi in tre giorni, ossia in 72 ore abbassato più che 16 pollici. Feci sul momento riempiere questi 16 pollici di voto con 25 misure di miniera del peso tutt'insieme di 1500 libbre, ed avendo dopo tre giorni fatta schiudere questa stessa apertura della bocca superior del fornello, trovai il medesimo voto di 16 pollici, e per conseguente la stessa diminuzione, o se vuolsi lo stesso abbassamento del carbone; lo feci di nuovo riempiere con 1500 libbre di miniera, e quindi se ne erano già poste 4620 libbre sul carbone, ch'era tutto infuocato fin quando erasi incominciato a chiudere il fornello. Sei giorni dopo avendo per la terza volta fatto sturare la bocca superiore, ritrovai che in questo spazio di tempo il carbone erasi abbassato di soli 20 pollici, i quali furono riempiti con 1860 libbre di miniera; e finalmente da lì a nove giorni apertasi per la quarta volta, ho scorto che in questi nove ultimi giorni il carbone non erasi abbassato che 21 pollici,

ai quali supplii con 1920 libbre di miniera, sicchè il fornello veniva a contenerne in tutto 8400 libbre. Chiusesi di nuovo la bocca superiore del fornello colle medesime cautele; all' indomani, cioè ventidue giorni dopo averla turata per la prima volta feci rompere la piccola muraglia di mattoni che chiudeva l'apertura dello scolatoio, lasciando sempre chiusa quella della bocca superiore, affine d'impedire la corrente dell' aria, la quale avrebbe potuto infiammare il carbone. La prima cosa che si cavò dall' apertura dello scolatoio furono alcuni pezzi ridotti in calce nella costruzione del fornello; vi si trovarono eziandio alcuni piccoli pezzi di schiuma di ferro, ed alcuni altri di fusione imperfetta, ed in circa una libbra e mezza di buonissimo ferro che formato si era per coagulazione. Si cavò quasi una carretta di tutte queste materie, fralle quali eranvi alcuni pezzi di miniera abbruciata, e quasi ridotta in cattiva scoria: questa miniera abbruciata derivava non già da quella ch' io avevo fatto porre sui carboni dopo aver sospesa l'azione dell' aria, bensì da quella ch' eravi stata gittata sopra verso la fine della fusione ch' erasi attaccata alle pareti del fornello, ed in seguito era caduta nel crogiuolo colle parti di pietre calcinate, alle quali scorgevasi unita.

Cavate che furono queste materie, si fè cadere anche il carbone: il primo che comparve era appena rosso, ma divenne rossissimo tosto che fu esposto all' aria, quantunque non si perdesse un momento a cavarlo, e spegnerlo nel tempo istesso con gittarvi sopra dell' acqua. Chiusa essendo esattamente la bocca superiore, il carbone, com' anche tutta la miniera di cui l' avevo fatto caricare si prese fuori per via dell' apertura del colatoio. La quantità di questo carbone tratto dal fornello arrivava a cento quindici sporte; talchè nello spazio di questi ventidue giorni di calor cotanto violento pareva che consunte non se ne fossero che diciassette sporte; perciocchè tutta la capacità del fornello non ne conteneva più che cento trentacinque, dalle quali, siccome allorchè s' è chiuso il fornello eranvi sedici pollici e mezzo di voto, bisogna dedurne due sporte, che sarebbero state necessarie a colmare un tal vacuo.

Sopraffatto da questo oltre misura piccolo consumamento di carbone prodotto in ventidue giorni dall' azione del calore più violento che siasi concentrato giammai, osservai più da vicino questi carboni, e vidi che quantunque essi perduto avessero così poco del loro volume, molto perduto avevano della loro massa; e che, quantunque l' acqua colla quale erano stati spenti, reso

avesse loro porzione del peso, erano tuttavia all' incirca d'un terzo più leggieri di quel che fossero, allorchè sono stati gettati nel fornello. Contuttociò avendoli fatti trasportare alle piccole fucine de' martinetti, e della batteria, trovaronsi ancora atti ad arroventire le piccole stanghe di ferro, che sottopongonsi a questi martelli.

Nel tempo che cavavasi il carbone, si cavò anche la miniera, e si ebbe l'attenzione di separarla, e metterla a parte. Il violentissimo calore, a cui era per sì lungo tempo stata esposta, non l'aveva fusa, nè abbruciata, nè tampoco unita insieme; i grani erano soltanto divenuti più lisci, e più lucidi; la sabbia vetriscibile, e le piccole felci delle quali era frammischiata, non s'erano fuse, e mi parve ch' essa perduta non avesse se non l'umidità che conteneva da prima, perciocchè non si era scemata che d'un quinto in peso, ed incirca d'un ventesimo in volume, e quest' ultima quantità di diminuzione erasi osservata eziandio nel carbone.

Da questa sperienza risulta: 1.° Che il più violento calore ed il più concentrato per lunghissimo tempo, non giunge senza il soccorso, e rinnovamento dell' aria a fondere la miniera di ferro, e neppure la sabbia vetriscibile, laddove un calore della medesima specie, e molto minore può cal-

cinare tutte le materie calcaree. 2.° Che il carbone penetrato dal calore, o dal fuoco incomincia a perdere della sua massa molto tempo prima di scemare in volume, e che prima di tutto perde le parti più combustibili che contiene. Imperciocchè paragonando questa seconda sperienza colla prima, come può egli addivenire che la stessa quantità di carbone venga da un calore molto mediocre consumata più prontamente, che non da uno violentissimo quant' esser può, mentre amendue sono egualmente privi d'aria, egualmente rattenuti, e concentrati nel medesimo vase chiuso? Nella prima sperienza, il carbone che in una cavità quasi fredda non aveva provato che la leggiero impressione d'un fuoco, il quale era stato soffocato nel momento medesimo ch' era comparsa la fiamma, tuttavia erasi scemato di due terzi in quindici giorni; laddove il medesimo carbone infuocato quanto può esserlo dall' azione de' mantici, e dal ricevere l'immenso calore delle pietre roventi che lo circondavano, in ventidue giorni non si è diminuito d'un sesto. Questo non potrebbe spiegarsi se non si riflettesse che nel primo caso il carbone aveva tutta la sua densità, e conteneva tutte le sue parti combustibili, invece che nel secondo caso, essendo esso nello stato della più forte incandescenza, tutte le sue parti più combusti-

bili erano già abbruciate. Nella prima sperienza il calore prima assai mediocre andava sempre crescendo a misura che la combustione aumentava, e si propagava vieppiù nell' intera massa del carbone; e nella seconda sperienza il calore eccessivo andava diminuendo a misura che il carbone terminando di abbruciare non poteva più somministrare il calore di prima, perciocchè la sua combustione al tempo che si è rinchiuso, era già molto inoltrata, e questa è la vera cagione di questa differenza d'effetti. Il carbone nella prima sperienza contenendo tutte le sue parti combustibili, abbruciava meglio, e consumavasi più prontamente di quello della seconda sperienza, il quale privato quasi del tutto di materia combustibile non poteva accrescere il suo fuoco, e ne anche trattenerlo allo stesso grado se non pel riverbero di quello dei muri del fornello; ed è per questa sola ragione che la combustione andava sempre scemando, ed alla fine è stata molto minore e più lenta dell' altra, la quale andava sempre crescendo, e si è fatta in meno di tempo. Tosto che venga tolto interamente l'accesso all' aria, e le materie rinchiuse non ne contengano che poco o niente nella loro sostanza, per violento che sia il calore, non si consumeranno; ma se negli interstizj della materia vi rimarrà una

certa quantità d'aria, essa si consumerà tanto più presto, e tanto più quanto maggior quantità d'aria potrà somministrare a se stessa. 3.° Risulta altresì da queste sperienze, che il calore anche più violento se non è alimentato produce minor effetto del calore più piccolo che trovi alimento; il primo è, per così dire, un calor morto che non si fa sentire se non per lo suo dissipamento; il secondo è un fuoco vivente che cresce a proporzione degli alimenti che consuma. Per riconoscere cosa possa produrre questo calor morto, cioè questo calore spogliato d'ogni alimento, ho fatto la seguente sperienza.

Terza Sperienza.

Tratto per via dell' apertura del colatoio tutto il carbone che si conteneva nel fornello, e votatolo interamente della miniera, e d'ogni altra materia, feci murare di nuovo quest' apertura, e chiudere colla maggior attenzione quella della bocca superiore, mentre tutte le pietre delle pareti del fornello erano ancora eccessivamente calde; l'aria non poteva dunque entrar nel fornello, e raffreddarlo, ed il calore non poteva uscirne che a traverso dei muri di 9 piedi di grossezza; ed altronde nella sua cavità, la quale era assolutamente vota, non vi aveva alcuna materia combustibile, nè alcun'

altra sostanza. Osservando quindi ciò che era per succedere, m'accorsi che tutto l'effetto del calore si portava in alto, e che, quantunque esso non provenisse da fuoco vivente, o nodrito da qualche materia combustibile, fece in poco tempo rosseggiare la forte piastra di latta che copriva la bocca superiore; la quale roventezza prodotta dal calore oscuro in questo largo pezzo di ferro, comunicavasi pel contatto a tutta la massa di polvere di carbone che copriva l'intonacatura di questa piastra, infiammando ancora il legno ch' io vi aveva fatto sopraporre. Il solo svaporamento di questo calore oscuro e morto, che non poteva uscire che dalle pietre del fornello produsse in questo caso il medesimo effetto del fuoco vivo, ed alimentato. Questo calore tendendo sempre all' alto, e riunendosi tutto all' apertura della bocca superiore al disotto dalla piastra di ferro, la rese rosseggiante, luminosa, e capace d'infiammare delle materie combustibili; da che si dee conchiudere che coll' accrescere la massa del calor oscuro si può produrre della luce, nella maniera istessa che producesi il calore con aumentare la massa della luce; e che queste due sostanze amendue necessarie all' elemento del fuoco sono reciprocamente convertibili l'una nell' alira.

Al levarsi di questa piastra di ferro che co-

priva l'apertura superior del fornello, e che il calore avea resa rosseggiante, ne uscì un vapor leggiero, e che parve infiammato, ma si dissipò all' istante: osservai allora le pietre delle pareti del fornello, e mi sembrarono profondissimamente, e nella più gran parte calcinate; siccome di fatti avendo lasciato raffreddare il fornello per dieci giorni, si trovarono calcinate fino a due piedi, ed anche due piedi e mezzo di profondità, ciò che da altro non poteva derivare se non se dal calore ch' io avevo rinserrato per fare le mie sperienze, atteso che nelle altre fusioni il fuoco ravvivato da' mantici non aveva giammai calcinate quelle stesse pietre a più di otto pollici di grossezza nei luoghi ne' quali è più vivo, e solamente a due o tre pollici in tutto il resto, invece che tutte le pietre, dal crogiuolo fino al terrapieno del fornello, ciò che forma un' altezza di venti piedi, erano generalmente ridotte in calce alla grossezza d'un piede e mezzo, di due piedi, ed anche di due piedi e mezzo; questo calore rinchiuso non avendo potuto trovar uscita aveva penetrato le pietre molto più profondamente che il calor libero.

Da questa sperienza potrebbonsi trarre i mezzi di cuocer la pietra, e di far la calce con minor dispendio, cioè di diminuire d'assai la quantità della legna, con servirsi

d'un fornello ben chiuso in luogo de' fornelli aperti; non sarebbe bisogno se non d'una piccola quantità di carbone per convertire in calce in meno di quindici giorni tutte le pietre contenute nel fornello, ed anche, se fosse esattamente chiuso, i muri del medesimo alla grossezza di più d'un piede.

Appena il fornello fu raffreddato a segno di permettere agli operaj di lavorarvi entro, fummo obbligati di demolire tutto l'interno dall' alto al basso alla grossezza circolare di quattro piedi, e ne cavammo 54 moggia di calce, sulla quale feci le seguenti osservazioni: 1.° tutta questa pietra, la di cui calcinazione erasi ottenuta a fuoco lento, e concentrato non era divenuta tanto leggiera quanto la pietra calcinata nella maniera ordinaria; poichè questa, come ho già detto, perde a un dipresso la metà del suo peso, e quella del mio fornello non ne aveva perduto che tre ottavi: 2.° essa non imbevesi d'acqua colla medesima rapidità della calce viva ordinaria, ed allorchè s'immerge non dà subito alcun segno di calore, nè di ebullizione, ma poco dopo si gonfia, si divide, e sollevasi in maniera che non è necessario di smuoverla, come si usa per estinguere la calce viva ordinaria: 3.° questa calce ha un sapore molto più acre della calce comune, e per conseguente contiene mol-

to più d'alkali fiſſo: 4.° eſſa è più tenace e più forte dell' altra calce, e tutti gli operaj ne adoperano in circa due terzi meno dell' altra, ed aſſicurano che il calceſtruzzo è tuttavia eccellente: 5.° queſta calce non s'eſtingue all' aria ſe non dopo lunghiſſimo tempo; un giorno o due baſtano a ridurre la calce viva comune in polvere all' aria libera, e queſta reſiſte all' impreſſione dell' aria per lo ſpazio d'un meſe, o di cinque ſettimane: 6.° invece di ridurſi in farina, o in polvere ſecca come la calce comune, conſerva queſta il ſuo volume, e quando divideſi ammaccandola, tutta la maſſa ſembra duttile e penetrata d'un umidità graſſa e tenace, la quale non può derivare che dall' umido dell' aria, che la pietra ha potentemente attratto ed aſſorbito nello ſpazio delle cinque ſettimane impiegate alla ſua eſtinzione: del reſto la calce che comunemente traeſi dai fornelli di ferriera ha tutte queſte ſteſſe proprietà; dunque il calore oſcuro e lento produce anche quì i medeſimi effetti del fuoco più vivo, e più violento.

Da queſto abbattimento dell' interior del fornello s'ottennero 232 quarti di pietre di taglio tutte calcinate più o meno profondamente: queſti quarti avevano comunemente quattro piedi di lunghezza, e la maggior parte era in calce fino a diciotto

pollici, e le altre a due piedi, ed anche due piedi e mezzo, e questa porzione calcinata separavasi agevolmente dal resto della pietra ch'era sana, ed anche più dura che quando era stata collocata per fabbricare il fornello. Questa osservazione mi allettò a fare le sperienze seguenti.

Quarta Sperienza.

Ho fatto pesare nell'aria e nell'acqua tre pezzi di queste pietre, le quali come ciascun vede, avevano tollerato il maggior calore che provar possano senza ridursi in calce, e ne confrontai il peso specifico con tre altri pezzi quasi dello stesso volume che avevo fatti levare da altri quarti di questa medesima pietra, che non avevo adoperati per la costruzion del fornello, e per conseguente nemmeno scaldati, ma che per altro erano stati cavati dalla medesima petriera nove mesi prima, ed esposti al Sole, ed all'aria. Ritrovai che lo specifico peso delle pietre riscaldate per cinque mesi a questo gran fuoco, era cresciuto, e ch'esso in paragone di quello della medesima pietra non iscaldata era costantemente maggiore d'un 81.° nel primo pezzo, d'un 90° nel secondo e d'un 85.° nel terzo: dunque la pierra scaldata al grado vicino a quello della sua calcinazione acquista almeno un 86.° di massa, invece ch'essa ne

perde tre ottavi nella calcinazione, la quale non esige che un grado di calore di più. Questa differenza non può derivare se non da che ad un certo grado di calor violento, o di fuoco, tutta l'aria, e tutta l'acqua trasformate in materia fissa nella pietra, racquistando la loro prima natura, la loro elasticità, la loro volatilità strigansi allora dalla pietra e sollevansi in vapori, che il fuoco rapisce, e seco trasporta: questa è una nuova prova che la pietra calcarea è per la maggior parte composta d'aria, e d'acqua fissate e trasformate in materia soda per mezzo del feltro animale.

Dopo queste sperienze ne feci dell' altre su questa medesima pietra scaldata a un minor grado di calore, ma per eguale spazio di tempo: a questo fine ne feci distaccare tre pezzi dalle pareti esteriori del cerchio del bucolare, e in un sito in cui il calore era a un di presso di 95 gradi, perciocchè lo zolfo applicato contro il muro s'ammolliva, ed incominciava a liquefarsi; e poichè questo è il grado di calore più vicino a quello in cui lo zolfo passa in fusione. Avendo da tre sperienze simili alle precedenti rilevato, che questa stessa pietra scaldata a questo grado per cinque mesi era cresciuta di peso specifico un 65°, cioè quasi un quarto di più di quella che aveva tollerato il grado di calore prossimo a quello

della calcinazione, da questa differenza conchiusi che la pietra che aveva sostenuto il maggior fuoco incominciasse a disporsi alla calcinazione, laddove quella che non aveva tollerato che un calor minore, conservate aveva tutte le parti fisse depostevi dal medesimo.

Per soddisfarmi appieno su questo soggetto, e riconoscere se tutte le pietre calcaree aumentano di peso specifico per mezzo d'un calore costantemente, e lungamente applicato, feci sei altre sperienze sopra due altre spezie di pietre. Quella di cui era costrutto l'interior del mio fornello, e di cui m'ero valso per le sperienze precedenti, chiamasi nel nostro paese *pietra da fuoco*, perchè resiste più di tutte l'altre pietre calcaree all'azione del fuoco. La sua sostanza è composta di piccole sabbie calcaree insieme unite per mezzo d'un cemento petroso che non è molto duro, e lascia alcuni interstizj voti; il suo peso nondimeno ritrovasi d'un 20 circa maggiore di quello dell'altre pietre calcaree. Avendone cimentati molti pezzi al fuoco delle mie fucine, fu d'uopo per calcinarli più del doppio del tempo necessario per ridurre in calce le altre pietre; onde possiamo assicurarci che le sperienze precedenti sono state fatte sulla pietra calcarea più ritrosa al fuoco. Le pietre colle quali io sono per confrontarla era-

no anch' esse pietre calcaree buonissime, colle quali formansi i più bei pezzi per fabbriche, l'una ha il grano fino e denso quasi come quello del marmo, l'altra ha un grano alquanto più grosso; amendue però compatte e fitte, amendue atte a somministrare dell' eccellente calce griggia, più tenace, e più forte della calce comune, ch' è più bianca.

Avendo pesati nell' aria, e nell' acqua tre pezzi scaldati, e tre altri non iscaldati di questa prima pietra, il grano della quale era più fino, ritrovai ch' essa aveva guadagnato un 56.° in peso specifico, per mezzo della, per cinque mesi, costante applicazion d' un calore all' incirca di 90 gradi, come riconobbi dall' essere vicina a quella, di cui ne avevo fatto rompere i pezzi nella volta esteriore del fornello, e dal non liquefarsi più il zolfo contro le sue pareti. Avendone dunque fatti levare tre pezzi ancora caldi per pesarli, e confrontarli con altri pezzi della medesima pietra, i quali erano rimasti esposti all' aria libera, ho veduto che uno di essi era cresciuto d'un 60.°, il secondo d' un 62.°, il terzo d' un 56.°. Laonde questa pietra a grano fino crebbe di peso specifico quasi un terzo di più della pietra a fuoco scaldata al grado vicino a quello della calcinazione, ed all' incirca un 7.° di più di questa medesima pietra a fuo-

co scaldata a 95 gradi, ch'è quanto dire, a un calore a un dipresso eguale.

La seconda pietra a grano men fino formava un filare intero della volta esteriore del fornello, ed io potei a mio agio scegliere i pezzi ch'eranmi necessarj per l'esperienza in un luogo, il quale avea tollerato per l'ugual tempo di cinque mesi lo stesso grado 95 di calore, che sostenuto avea la pietra a fuoco; quindi avendone fatti rompere tre pezzi, ed essendomi munito di tre altri che non erano stati scaldati, trovai che il primo di questi pezzi era cresciuto d'un 54.°; il secondo d'un 63.°; ed il terzo d'un 66.°, ciò che dà per misura media un 61.° d'aumento in peso specifico.

Da queste sperienze risulta, 1.° che tutta la pietra calcarea scaldata a lungo acquista in massa, e diventa più pesante; e questo aumento non può derivare che dalle particelle di calore che la penetrano, le quali per la loro lunga dimora, con essa combinandosi, sotto forma fissa ne diventano allora parti costituenti: 2.° che quest'aumento di peso specifico, essendo d'un 61.°, o d'un 56.°, o d'un 65.°, non trovasi variare nel nostro caso se non per la differente natura delle pietre; poichè quelle che hanno il grano più fino, sono altresì quelle la massa delle quali viene dal calore accresciuta di più,

perchè essendo più piccoli i pori di esse, il calore vi si fissa per entro più facilmente, ed in maggior copia: 3.° che la quantità del calore che fissasi nella pietra è ancora molto maggiore di quello che venga indicato dall' aumento della massa; imperciocchè il calore per fissarsi nella pietra ha incominciato dal discacciarne tutte le parti umide che conteneva: si sa che distillando la pietra calcarea in una storta ben chiusa, si cava dell' acqua pura fino alla concorrenza d' un sedicesimo del suo peso; ma siccome un calore di 95 gradi, benchè applicato per cinque mesi potrebbe a questo riguardo produrre minori effetti, che il fuoco violento che applicasi al vaso in cui distillasi la pietra, riducendo alla metà, ed ai tre quarti questa quantità d' acqua tolta alla pietra dal calore di 95 gradi, non si potrà non accordare che la quantità del calore che si è fissato in questa pietra non sia d' un 60.° indicato dall' aumento del peso specifico, ed eziandio d'un 64.° pel quarto della quantità d' acqua che essa conteneva, e che questo calore ne avrà fatto uscire; talmente che si può senza timor d' ingannarsi asserir certamente che il calore che penetra nella pietra, essendo alla medesima lungamente applicato, vi si fissa in quantità bastante ad aumentarne la massa almeno d' un trentesimo, anche sul supposto ch' esso in questo lungo spazio di tem-

po scacciato non abbia che un quarto dell' acqua che la pietra conteneva.

QUINTA SPERIENZA.

Tutte le pietre calcaree, il peso specifico delle quali accrescesi per la lunga applicazion del calore, acquistano da questa specie di diseccamento maggior durezza, che non avevano prima. Volendo riconoscere se questa durezza fosse permanente, e se esse non perdessero col tempo non solo questa qualità, ma quella ancora dell' aumento di densezza acquistato per mezzo del calore, feci esporre alle ingiurie dell' aria parecchi pezzi delle tre specie di pietre delle quali mi ero servito per le sperienze precedenti, i quali tutti erano stati più o meno scaldati per cinque mesi. In capo a quindici giorni, ne' quali vennero delle pioggie, avendole fatte tastare e battere col martello da quello stesso operaio che le aveva trovate durissime quindici giorni prima, ha il medesimo meco riconosciuto che la pietra a fuoco, la quale era la più porosa, e i di cui grani erano più grossi, non era già più così dura, e lasciavasi più facilmente lavorare. Le due altre specie poi, e massime quella a grani più fini, che avevano conservata la stessa durezza, la perdettero tuttavia in meno di sei settimane. Avendole allora fatte sperimentare alla bi-

lancia idroſtatica, conobbi ch'eſſe avevano perduto eziandio una quantità aſſai grande della materia fiſſa che il calore vi aveva depoſitata. Contuttociò dopo molti meſi eſſe erano ancora ſpecificamente più peſanti d'un 150.° o d'un 160.° di quelle che non erano ſtate ſcaldate. Allora eſſendo troppo difficile di ſcoprire la differenza tra queſti pezzi, e quelli che non erano ſtati ſcaldati, giacchè tutti erano ſtati egualmente eſpoſti all' aria, fui sforzato di non andar più oltre con queſta ſperienza; ma ſon perſuaſo che con molto di tempo queſte pietre avrebbero perduto tutto il peſo acquiſtato. Lo ſteſſo fu della durezza: dopo eſſere ſtate per alcuni meſi eſpoſte all' aria, gli operai le hanno lavorate tanto facilmente, quanto le altre pietre della ſteſſa ſpecie, le quali non erano ſtate ſcaldate.

Da queſta ſperienza riſulta che le particelle di calore che fiſſanſi nella pietra, non vi ſono, come ho detto, sforzatamente unite: che quantunque eſſa le conſervi dopo l'intero ſuo raffreddamento, ed aſſai lungamente, preſervandola da ogni umidità, le perde nondimeno a poco a poco per le impreſſioni dell' aria e della pioggia, ſenza dubbio perchè l'aria e l'acqua hanno colla pietra maggior affinità, che colle particelle di calore che vi ſi erano inſinuate. Queſto calore fiſſo non è più attivo, anzi, è per

così dire, morto ed interamente passivo, e in questo stato ben lungi di potere scacciare l'umidità, ne viene anzi scacciato, ed essa ritorna ad occupare gli spazj al medesimo ceduti. Nelle altre materie però, le quali non hanno coll' acqua tanta affinità come la pietra calcarea, questo calore una volta fissato non vi soggiorna egli costantemente, e per sempre? Questo è quello che io ho procurato di confermare coll' esperienza seguente.

Sesta Sperienza.

Presi parecchi pezzi di ferro di getto fatti rompere nelle ferracce, quali avevano servito molte volte a sostenere le pareti del camino del mio fornello, e che per conseguente erano stati scaldati tre volte per lo spazio di quattro o cinque mesi di seguito al grado di calore che calcina la pietra; perciocchè queste ferracce avevano sostenuto le pietre o i mattoni dell' interno del fornello, e non erano riparate dall' azione immediata del fuoco, se non per mezzo d'una pietra grossa di tre o quattro pollici che formava l'ultimo ordine degli ornamenti del fornello; queste ultime pietre, siccome le altre colle quali erano fabbricati gli ornamenti, ridotte si erano in calce in ogni fusione, e la calcinazione era sempre penetrata quasi otto pollici in quelle ch' era-

no ſtate eſpoſte all' azione più violenta del fuoco; quindi le ferracce, le quali reſtavano ſolo quattro pollici coperte da queſte pietre, avevano certamente ſofferto il grado di fuoco uguale a quello che produce la perfetta calcinazione della pietra, e l'avevano ſofferto tre volte per quattro o cinque meſi di ſeguito. I pezzi di queſta fuſione di ferro ch'io feci rompere non ſi ſeparavano dal reſto della ferraccia, ſe non a colpi di mazza moltiſſimo replicati, mentre alcune ferracce di queſto medeſimo getto, le quali non avevano tollerata l'azione del fuoco erano frangibiliſſime, e dividevanſi in pezzi ai primi colpi di mazza: allora riconobbi che queſta fuſione ſcaldata a un fuoco sì grande per così lungo tempo aveva acquiſtato molto più di durezza, e di tenacità che non aveva da prima, e molto più ancora di quella che acquiſtata ne avevano le pietre calcaree. Da queſto primo indizio giudicai, che avrei trovata una differenza ancora più grande nel peſo ſpecifico di queſta fuſione ſcaldata sì lungamente. Di fatti il primo pezzo ch'io cimentai alla bilancia idroſtatica peſava nell' aria 4 libbre, 4 once, 3 dramme, o 547 dramme; lo ſteſſo pezzo peſava nell'acqua 3 libbre, 11 once, 2 dramme e mezzo, cioè 474 dramme e mezzo, che forma la differenza di 72 dramme e mezzo: l'acqua

di cui io mi servivo per le mie sperienze pesava appunto 70 libbre, e il piede cubico, e il volume dell' acqua occupato da quello del pezzo di questa fusione pesava 72 dramme e mezzo; quindi 72 dramme e mezzo, peso del volume dell' acqua occupato dalla fusione, sono a 70 libbre peso del piede cubico dell' acqua, come 547 dramme peso del pezzo di fusione, sono a 528 libbre 2 once, una dramma, 47 grani peso del piede cubico di questa fusione. Questo peso eccede di molto quello di questa medesima fusione quando non è stata scaldata, ed è una fusione bianca, la quale comunemente è frangibilissima, e il di cui peso non è che di 495, o 500 libbre al più; quindi il peso specifico trovasi per mezzo di questa lunghissima applicazion del calore, accresciuta di 28 sopra 500, il che forma all' incirca un diciottesimo della massa. Di questa differenza io m'accertai con cinque sperienze successive, per le quali ebbi l'attenzione di prendere sempre de' pezzi, ciascuno del peso di quattro libbre almeno, e di paragonarli a uno a uno con pezzi della stessa figura, e di volume a un dipresso eguale. Imperciocchè, quantunque sembri che in questo caso la differenza del volume, per grande ch' essa sia, non debba valutarsi, e non possa influire sul risultato dell' operazione della bilancia idrostatica; ciò non

pertanto quelli che sono esercitati nel maneggiarla si saranno accorti non meno di me che sempre più giusti ne sono i risultati, allorchè i volumi delle materie che paragonansi non sono molto più grandi l'uno dell' altro. L'acqua, per fluida ch' essa ci paja, ha ciò non ostante un certo piccolo grado di tenacità che più o meno influisce sui volumi più o meno grandi. Altronde v'ha poche materie, che sieno perfettamente omogenee o uguali nel peso in tutte le parti esteriori del volume che mettesi alla prova; quindi per ottenere un risultato, su cui potere precisamente contare, è necessario paragonare dei pezzi d'un volume consimile, e d'una figura, la quale non sii molto differente; perciocchè se da una parte noi pesiamo un globo di ferro di due libbre, e dall' altra parte una foglia di latta del medesimo peso, alla bilancia idrostatica troveremo differente il loro peso specifico, quantunque sia realmente istesso.

Io credo che chiunque rifletterà sulle sperienze precedenti, e sui loro risultati, non potrà mettere in dubbio che il calore per lunghissimo tempo applicato ai differenti corpi che penetra, deposita nel loro interno una grandissima quantità di particelle, le quali diventano parti constituenti della loro massa, e che vi si uniscono, e combinano tanto più quanto maggiore affinità o rapporto di natura le materie trovano

avere

avere con esse. Munito di queste sperienze io non ho avuto scrupolo di pubblicare nel mio Trattato degli Elementi, che le molecole del calore si fissino in tutt'i corpi, come fissansi quelle della luce e quelle dell' aria, tostochè sia accompagnata dal calore, o dal fuoco.

MEMORIA SESTA.

Sperienze sulla Luce, e sul Calore ch' essa può produrre.

ARTICOLO PRIMO.

Invenzione degli Specchi per abbruciare a grandi distanze.

CElebre si è la storia degli specchi ustorj d'Archimede, il quale gl' inventò per la difesa della sua patria, e vibrò, per quanto dicono gli Antichi, il fuoco del Sole sulla flotta nemica che ridusse in cenere, allorchè essa s'accostò alle mura di Siracusa. Ma questa storia, per ben quindici o sedici secoli creduta veridica è stata prima contraddetta, e in seguito riputata favolosa in questi ultimi tempi. Cartesio nato per giudicare, ed anche per superare Archimede ha con tuono magistrale pronunciato contro del medesimo; ha negata la possi-

bilità del ritrovamento; e la sua opinione prevalse al testimonio, ed alla credenza di tutta l'antichità: i Fisici moderni poi, o ciò sia pel rispetto al loro Filosofo, o per compiacere i loro contemporanei sono stati del medesimo sentimento. Noi non concediamo mai agli Antichi più di quello che togliere non li possiamo: spinti forse da que' motivi, de' quali l'amor proprio, senza che ce ne avvediamo, non si serve che troppo spesso, non abbiamo noi naturalmente soverchia inclinazione a rigettare ciò di che siamo debitori a quelli che ci precedettero? e se il nostro secolo più d'un altro mostrasi incredulo derivarebbe ciò mai da che, essendo esso più illuminato crede di avere maggior diritto alla gloria, e maggiori pretensioni alla superiorità?

Che che ne sia, quest'invenzione era nel caso di parecchie altre scoperte dell'antichità, obbliate appunto perchè alla difficoltà di ritrovarle si è preferita la facilità di negarle: gli specchi ustorj d'Archimede erano cotanto screditati, che pareva impossibile di rimetterli in credito, perciocchè per allontanarsi dal giudizio di Cartesio, era mestieri di qualche cosa di più forte che non son le ragioni, ed un solo mezzo rimaneva sicuro veramente, e decisivo, ma difficile, ed azzardoso, quello d'intraprendere di ritrovare gli specchi, e di farne alcuno

che produr potesse i medesimi effetti: io ne avevo già da molto tempo concepito il pensiero, e confesserò di buona voglia, che la maggior difficoltà consisteva nel conoscerlo possibile, poichè l'esecuzione mi è riuscita anche al di là delle mie speranze.

Ricercai dunque la maniera di fare degli specchi per ardere a distanze grandi, come di 100, di 200, e 300 piedi: sapevo già in generale, che cogli specchi per riflessione, non erasi ottenuto giammai d'abbrucciare, se non a 15 o 20 piedi al più, e che con quelli che sono refrangenti, la distanza era eziandio più corta: ben conoscevo inoltre ch'era impossibile nella pratica di lavorare uno specchio di metallo, o di vetro tanto esattamente, che abbruciasse a distanze sì grandi; conoscevo altresì che a fine di ardere per esempio a 200 piedi, avendo la sfera in questo caso 800 piedi di diametro, niente potevasi sperare dal metodo ordinario di lavorare i vetri, e ben presto mi persuasi che, quand'anche trovar si potesse una nuova maniera di dare a pezzi di vetro, o di metallo grandi una concavità cotanto leggiera, non ne verrebbe ancora se non se un utile pochissimo considerevole, come dirò in appresso.

Ma per proceder con ordine, ricercai prima quanto la luce del Sole perdesse per mezzo della riflessione a distanze differenti,

e quali fossero le materie che più fortemente riflettonla. Ritrovai primieramente che i cristalli stagnanti, allorchè sono levigati con qualche attenzione, riflettono la luce più potentemente che non i metalli più lisci, ed anche meglio del metallo composto di cui ci serviamo per fare specchi di telescopj; e che quantunque ne' cristalli sianvi due riflessioni, l'una alla superficie, e l'altra all' interiore, questi non lasciano tuttavia di dare una luce più viva, e più netta che il metallo, il quale produce una luce colorata.

In secondo luogo, ricevendo la luce del Sole in un sito oscuro, e paragonandola colla medesima luce del Sole riflessa per mezzo d'un cristallo, ho trovato che nella piccola distanza, come di quattro o cinque piedi, essa non perdeva che all' incirca la metà per mezzo della riflessione, come ho potuto giudicare, facendo sulla prima luce riflessa cadere una seconda anch' essa riflessa; perciocchè la vivacità di queste due luci riflesse mi parve eguale a quella della luce diretta.

In terzo luogo: avendo ricevuta a distanze grandi, come di 100, 200, e 300 piedi, questa stessa luce riflessa per mezzo di grandi cristalli, riconobbi ch' essa quasi niente perdeva della sua forza per la densità dell' aria che aveva d'attraversare.

In seguito volli sperimentare le stesse cose colla luce delle candele; e per assicurarmi più esattamente della quantità d'indebolimento, che la riflessione cagiona a questa luce, feci l'esperienza seguente.

Mi sono messo rimpetto a un cristallo di specchio con un libro in mano in una camera, in cui eravi tutta il buio della notte a segno che non potevo distinguere alcun oggetto: in una camera vicina, alla distanza incirca di 40 piedi, feci accendere una sola candela, diceva che feci avvicinare a poco a poco fin'a tanto che potessi distinguere i caratteri, e leggere il libro che avevo in mano, come potei alla distanza di 24 piedi dal libro alla candela; indi avendo rivolto il libro dalla parte dello specchio cercai di leggere per mezzo di questa medesima luce riflessa, e feci riparare con un paravento quella parte di luce diretta che non cadeva sullo specchio, affine di non aver sul mio libro altra luce, se non se la riflessa. Fu d'uopo avvicinare la candela, come fecesi a poco a poco fino a tanto che potessi leggere gli stessi caratteri illuminati dalla luce riflessa; ed allora la distanza del libro dalla candela, compresa eziandio quella del libro dal cristallo, la quale non era più che un mezzo piede, si trovò essere in tutto di quindici piedi. Ripetei più volte questa stessa prova, e n'ebbi

sempre pressochè i medesimi risultati; onde ho conchiuso, che la forza, o la quantità della luce diretta è a quella della luce riflessa, come 576 a 225; quindi l'effetto della luce di cinque candele ricevuta per mezzo d'un cristallo piano è poco men che eguale a quella della luce diretta di due candele.

La luce adunque delle candele per mezzo della riflessione perde più che la luce del Sole; e questa differenza dipende da che i raggi di luce che partono dalla candela come da un centro, cadono più obbliquamente sullo specchio, e quelli del Sole quasi parallelamente. Questa sperienza conferma dunque quello che avevo trovato da principio, e tengo per certo che la luce del Sole non perde che la metà in circa per la sua riflessione su d'un cristallo di specchio.

Acquistate queste prime cognizioni delle quali avevo bisogno, cercai in appresso cosa realmente addivenisse alle immagini del Sole, allorquando le riceviamo a grandi distanze. A ben intendere quello ch'io sono per dire, non bisogna, come fassi per l'ordinario considerare i raggi del Sole come paralleli, ed è mestieri ricordarsi che il corpo del Sole occupa a' nostri occhi un'estensione di circa 32 minuti; che per conseguenza i raggi che partono dal lembo superiore del disco,

venendo a cadere su un punto d'una superficie che riflette, i raggi ch' emanano dal lembo inferiore, venendo anch' essi a cadere sullo stesso punto di questa superficie, formano tra di loro un angolo di 32 minuti nell' incidenza, ed indi nella riflessione; e per conseguenza l'immagine deve farsi più grande a proporzione che allontanasi: bisogna inoltre aver riguardo alla figura di queste immagini; un cristallo piano quadrato d'un mezzo piede, esposto ai raggi del Sole, formerà un' immagine quadrata di *6* pollici, se questa immagine verrà ricevuta a poca distanza dal cristallo, come di alcuni piedi; allontanandosi a poco a poco scorgesi l'immagine ingrandirsi, in seguito cangiar di forma, indi diventar rotonda, e tale rimane ingrandendosi a misura che allontanasi dallo specchio: quest' immagine è composta da tanti dischi del Sole, quanti sono i punti fisici nella superficie riflettente: il punto di mezzo forma un' immagine del disco, i punti vicini ne formano delle simili e della stessa grandezza, i quali oltrepassano un poco il disco di mezzo; il che succede eziandio di tutti gli altri punti, e l'immagine è composta d'un' infinità di dischi, i quali ascendendo regolarmente, e sovraponendosi circolarmente gli uni sopra gli altri, formano l'immagine riflessa, il di cui centro è il punto di mezzo del cristallo.

Se l'immagine composta da tutti questi dischi ricevesi a piccola distanza, allora, l'estensione ch' essi occupano non essendo che un poco più grande di quella del cristallo, quest' immagine è della medesima figura, e quasi dell' egual grandezza del cristallo; se il cristallo è quadrato, quadrata è l'immagine, se triangolare è il cristallo, l'immagine è pure triangolare: ma allorquando ricevesi l'immagine in grande distanza dal cristallo, o l'estensione occupata da' dischi è molto più grande di quella del cristallo, essa non conserva più la figura quadrata, o triangolar del cristallo, e diventa necessariamente circolare. Per ritrovare poi il punto di distanza, in cui l'immagine perde la sua figura quadrata, basta ricercare a qual distanza il cristallo ci sembri sotto un angolo eguale a quello che il corpo del Sole forma a' nostri occhi, cioè sotto un angolo di 32 minuti, e questa distanza sarà quella, in cui l'immagine perderà la sua figura quadrata, e diverrà rotonda; imperciocchè, avendo sempre i dischi per diametro una linea eguale alla corda dell' arco di cerchio che misura un angolo di 32 minuti, con questa regola noi troveremo che un cristallo quadrato di sei pollici perde la sua figura quadrata alla distanza di 60 piedi incirca, e che un cristallo d'un piede in quadrato non la perde

se non a 120 piedi circa, e così anche gli altri.

Riflettendo alcun poco sopra questa teoria, cesseremo di stupirci in vedere che a grandissime distanze un cristallo grande, ed un piccolo danno un' immagine quasi della stessa grandezza, la quale non è diversa che per l'intensità della luce; non ci maraviglieremo che un cristallo rotondo, o quadrato, o lungo, o triangolare, o di qualsivoglia altra figura [17] producon sempre immagini rotonde; e vedremo chiaramente ch'esse non s'ingrandiscono, nè s'impicciolliscono per lo disperdimento della luce, o per la perdita ch'essa fa attraversando l'aria, siccome alcuni Fisici hanno creduto, e che ciò all'opposto non addiviene se non mercè l'accrescimento dei dischi, i quali per quanto noi gli allontaniamo, occupano sempre uno spazio di 32 minuti.

Dalla semplice esposizione di questa teoria, noi saremo eziandio convinti che gli specchi concavi di qualunque specie essi sieno non possono essere con vantaggio adoperati per abbruciar da lontano; perciocchè il diametro del foco di tutt' i concavi non

F 5

[17] Per questa stessa ragione le piccole immagini del Sole che passano tra le foglie degli alberi alti, e frondosi, e cadono sulla sabbia d'un viale, sono tutte ovali, o rotonde.

può giammai essere più piccolo della corda dell' arco che misura un arco di 32 minuti; e che per conseguente lo specchio concavo il più perfetto, il diametro del quale sia eguale a questa corda non farà mai il doppio dell' effetto di questo specchio piano di superficie eguale [18]: che se il diametro di questo specchio concavo fosse più piccolo di questa corda, esso non sarebbe maggior effetto d'uno specchio piano di superficie eguale.

Compreso ch' ebbi quanto ho esposto or ora non tardai guari a persuadermi, a segno di non poterne dubitarne che Archimede non avesse potuto abbruciar da lontano se non per mezzo di specchi piani; perciocchè indipendentemente dall' impossibilità ch' eravi in quel tempo, e in cui noi saremmo anche al dì d'oggi di formare degli specchi concavi con un foco così lungo, capisco che i riflessi da me fatti poc' anzi non potevano essere sfuggiti a questo gran Matematico. Altronde pensai che v'ha tutte le apparenze per credere che gli Antichi non sapessero fare masse grandi di vetro, che ignorassero l'arte di fonderlo per

[18] Chi si prenderà la pena di farne il calcolo, troverà che lo specchio concavo il più perfetto non ha su d'uno specchio piano avvantaggio, che in ragione di 17 a 10, almeno a un dipresso.

farne cristalli grandi; e che tutt'al più avesſero quella di gonfiarlo per formarne bottiglie e vasi, e quindi agevolmente mi persuasi che non venisse fatto ad Archimede d'abbruciar da lontano se non a forza di specchi piani di metallo levigato, e per mezzo del ripercotimento de' raggi del Sole: ma siccome avevo riconoſciuto che gli specchi di cristallo ribattono la luce più patentemente degli specchi del metallo più levigato, pensai a far costrurre una macchina, per cui le immagini riflesse da un gran numero di questi specchi piani coincidessero allo stesso punto, ben sicuro che per questo solo mezzo fosse possibile di riuscirne.

Ciò non pertanto mi rimanevano alcuni dubbj, i quali sembravanmi anche benissimo fondati. Supponiamo (ecco come io ragionavo) che la distanza alla quale io voglio ardere sia di 240 piedi, io vedo chiaramente che il foco del mio specchio non può a questa distanza aver meno di due piedi di diametro; in questo caso qual estensione dovrò io dare alla mia unione di specchi piani per produrre fuoco in un punto di concorso sì grande? essa potrebbe essere così grande da rendere la cosa ineseguibile: imperciocchè paragonando il diametro del foco col diametro degli specchi per riflessioni anche migliori, come per esempio, quello dell' Accademia, avevo osservato che

il diametro di questo specchio, ch' è di tre piedi era cento otto volte più grande del diametro del suo foco, che non ha che circa quattro linee; e conchiudevo quindi che per ardere tanto vivamente a 240 piedi, sarebbe stato necessario che la mia unione di specchi fosse del diametro di 216 piedi, poichè il foco ne avrebbe avuto due piedi: ora uno specchio di 216 piedi di diametro era sicuramente una cosa impossibile.

Per verità questo specchio di tre piedi di diametro brucia con forza tale da fonder l'oro, ed io ho voluto vedere quanto venissi ad avvantaggiare, riducendo la sua azione a non infiammare che del legno. Per ciò ottenere applicai sullo specchio delle fasce circolari di carta, affine di diminuirne il diametro, e ritrovai ch' esso, ridotto che fu il suo diametro a quattro pollici, e otto o nove linee, non aveva più forza bastevole d'infiammare il legno secco: prendendo dunque cinque pollici, o sessanta linee per l'estension del diametro necessaria ad abbruciare con un foco di quattro linee, non potevo lasciar di conchiudere che per ardere egualmente a 240 piedi, ove il foco avesse necessariamente due piedi di diametro, avrei avuto bisogno di 30 piedi di diametro, il che mi sembrava ancora impossibile, o almeno ineseguibile.

A ragioni così positive, che altri avreb-

be risguardate come dimostrazioni dell' impossibilità dello specchio, io non avevo altro ad opporre fuorchè un sospetto; sospetto però antico, sul quale quanto più avevo fatto riflesso, tanto più mi ero persuaso che non fosse senza fondamento; ed è che gli effetti del calore potevano anche non essere proporzionati alla quantità della luce, o ciò che torna il medesimo che all' eguale intensità di luce, i gran fochi dovessero ardere più vivamente che i piccoli.

Calcolandone matematicamente il calore, non è da porsi in dubbio che la forza de' fochi della stessa lunghezza non sia proporzionata alla superficie degli specchi. Uno specchio, la di cui superficie è il doppio di quella d'un altro, deve aver un foco dell' egual grandezza quando la concavità sia la stessa; e questo foco d'egual grandezza contenere il doppio della quantità di luce che il primo foco contiene: e nel supposto che gli effetti siano sempre proporzionati alle loro cause, si è sempre creduto che il calore di questo secondo foco essere dovesse il doppio di quello del primo.

Isteßamente, e pel medesimo calcolo matematico si è sempre creduto che ad eguale intensità di luce un piccol foco dovesse abbruciare quanto un grande, e che l'effetto del calore dovesse essere proporzionato a quest' intensità di luce, *di maniera*, dicea

Carteſio, *che ſi poſſono fare vetri, o ſpecchi eſtremamente piccoli, i quali abbrucino con tanta violenza, quanto i più grandi*. Io penſai toſto, ſiccome ho detto quì ſopra, che queſta concluſione tratta dalla teoria matematica poteſſe poi trovarſi falſa nella pratica, perciocchè, eſſendo il calore una qualità fiſica, dell' azione, e propagazione della quale noi non conoſciamo abbaſtanza le leggi; mi ſembrava una ſpecie di temerità il volerne così calcolare gli effetti con un ragionamento di ſemplice ſpeculazione.

Ricorſi dunque ancor una volta all' eſperienza: preſi degli ſpecchi di metallo di differenti fochi, e gradi di levigatezza, e paragonando l'azione de' diverſi fochi ſulle ſteſſe materie o fuſibili, o combuſtibili, trovai che ad eguale intenſità di luce i gran fochi ſono coſtantemente più efficaci dei piccoli, e producono ſpeſſo l'abbruciamento, o la fuſione, mentre i piccoli non producono più che un calor mediocre, ſiccome oſſervai anche cogli ſpecchi per rifrazione. Per meglio fare intendere ciò, prendiamo, per eſempio un grande ſpecchio uſtorio per rifrazione, come quello del Sig. Segard, che ha 32 pollici di diametro, ed un foco di 8 linee di larghezza a 6 piedi di diſtanza, al qual foco fondeſi il rame in meno d'un minuto, e facciamo colle medeſime proporzioni uno ſpecchio uſtorio di 32 linee

di diametro, di cui il foco ſarà di $\frac{8}{12}$ o $\frac{2}{3}$ di linea, e la diſtanza a 6 pollici; poichè il grande ſpecchio nell' intera eſtenſion del ſuo foco, ch'è di 8 linee, fonde il rame in un minuto, il piccolo ſpecchio dovrebbe, ſecondo la teoria, nell' eſtenſione del ſuo foco, il quale è di $\frac{2}{3}$ di linea, fondere nello ſteſſo tempo la ſteſſa materia: avendo però fatta l'eſperienza, ritrovai, ciò ch'io già mi aſpettava, che lungi dal fondere il rame, queſto piccolo ſpecchio uſtorio poteva appena comunicare un poco di calore a queſta materia.

Egli è facile il dar ragione d'una tal differenza, riflettendo che il calore comunicaſi a poco a poco, e diſperdeſi, dirò così, nell' iſtante medeſimo che applicaſi continuamente ſul medeſimo punto; per eſempio, ſe il foco d'uno ſpecchio uſtorio ſi fa cadere ſul centro d'uno ſcudo, e che queſto foco ſia del diametro d'una ſola linea, il calore ch'eſſo produce ſul centro dello ſcudo diſperdeſi, e ſtendeſi, ſtendendoſi per l'intiero volume dello ſcudo, il quale diventa caldo fino alla circonferenza; allora il calore, quantunque da principio diretto tutto contro il centro dello ſcudo, non vi ſi ferma, e non produce il grande effetto che produrebbe, arreſtandoviſi tutto intero. Ma ſe invece d'un foco d'una linea che cada ſul mezzo

dello scudo, si faccia cader sullo scudo tutto intero un foco d'eguale intensità, restando in quest' ultimo caso egualmente scaldate tutte le parti dello scudo, non solo non v'è perdita di calore, come nel primo caso, ma eziandio v'è del guadagno, ed aumento di calore; perciocchè il punto di mezzo approffittando del calore degli altri punti che lo circondano, lo scudo in quest' ultimo caso verrà fuso, mentre nel primo non rimarrà che leggermente scaldato.

Fatte queste sperienze, e queste riflessioni, sentii crescere in me prodigiosamente la speranza che avevo di riuscire a far degli specchi che abbruciassero da lontano; imperciocchè incominciai a non temere quanto avevo temuto da principio la grand' estensione de' fochi, e mi persuadei all'opposito che un foco d'una larghezza considerevole, come di due piedi, e in cui l'intensità della luce non fosse così grande quanto in un piccolo foco di quattro linee, potesse tuttavia produrre con maggior forza l'infiammazione, e l'abbruciamento, e che per conseguente questo specchio, il quale secondo la teoria matematica dovrebbe avere almeno 30 piedi di diametro, ridurrebbesi senza dubbio ad uno specchio di 8 o 10 piedi al più, ciocchè non solamente è una cosa possibile, ma eziandio praticabilissima.

Pensai dunque seriamente ad eseguire il

mio progetto; e tosto mi cadde nell' animo di abbruciare a 200, o 300 piedi con de' cristalli circolari, o essagoni d'un piede quadrato di superficie, e per sostenerli voleva fare quattro telari di ferro con tre viti per ciascuno, affine di moverli per tutt' i versi, e con una mola tenerli fermi; ma la spesa troppo considerevole che tal' apparecchio richiedeva mi fece abbandonare quest' idea, e ricorrere a dei cristalli comuni di 6 pollici sopra 8, e ad un apparecchio in legno, il quale veramente è meno sodo, e meno preciso, ma la cui spesa è meglio adattata ad un tentativo. Il Sig. Passemant, la di cui abilità nelle meccaniche è nota anche all' Accademia, si prese il carico di queste particolarità ch' io non descriverò, perchè un colpo d'occhio gettato sullo specchio ne farà comprendere la costruzione meglio che un lungo discorso [19].

Basterà il dire ch' essa è stata composta fin da principio di cento sessant'otto cristalli stagnati, ciascuno di 6 pollici sopra 8, lontani gli uni dagli altri circa quattro linee; che ciascuno di essi si può movere per tutt' i versi, e indipendentemente da tutti, e che le quattro linee d'intervallo che sonvi frammezzo servono non solamente alla li-

[19] Vedi quì dopo le Tavole VII, VIII, e IX colla spiegazione delle figure 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

bertà di un tal movimento, ma altresì a lasciar scorgere a quello che opera il sito, ove deve condurre le immagini. Per mezzo di questa costruzione si può far cadere sullo stesso punto le cento sessant'otto immagini, e per conseguente abbruciare a varie distanze, come di 20, 30, e fino di 150 piedi, con tutte le distanze intermedie: aumentando poi la grandezza dello specchio, o unendone al medesimo degli altri simili, noi siamo sicuri di ardere a distanze ancora maggiori, o d'accrescerne quanto si voglia la forza, o l'attività in queste prime distanze.

Solamente bisogna osservare che il movimento da me accennato non è troppo facile d'eseguirsi, e che inoltre è necessaria la buona scelta degli specchi; poichè questi non sono tutti egualmente buoni, quantunque sembrino tali al primo vederli; ed io ho dovuto prenderne più di cinquecento per avere le centosessant'otto, di cui mi sono servito: la maniera di provarli è di ricevere in distanza grande, per esempio, di 150 piedi l'immagine riflessa del Sole come un piano verticale; quelli che rendono un' immagine rotonda e ben finita devonsi preferire, e rigettar tutti gli altri, i quali sono in molto maggior numero, e ch' essendo di grossezza disuguale in diversi luoghi, o di superficie alquanto concava,

o convessa invece che piana, rendono immagini imperfette, doppie, triple, bislunghe, crinite, ec. secondo i varj difetti che trovansi ne' cristalli.

Colla prima sperienza fatta alli 23 Marzo 1747 a mezzogiorno, appiccai fuoco in distanza di *66* piedi ad una tavola di faggio incatramata con soli quaranta cristalli, cioè con un quarto circa dello specchio; ma bisogna avvertire che, non essendo esso ancora montato sul suo piede, era collocato svantaggiosissimamente, perciocchè faceva col Sole un angolo di quasi 20 gradi di declinazione, ed un altro di più di 10 gradi d'inclinazione.

Nello stesso giorno collocato essendo lo specchio ancora più svantaggiosamente, con novantotto cristalli attaccai fuoco in distanza di 1*26* piedi ad una tavola incatramata, e solforata. Egli è facile l'aver presente che per abbruciare col maggior avvantaggio, bisogna che lo specchio sia direttamente opposto al Sole, siccome anche alle materie che voglionsi ardere; di maniera che, supponendo un piano perpendicolare sul piano dello specchio, bisogna ch'esso passi per lo Sole, e nel tempo istesso frammezzo alle materie combustibili.

Alli 3 Aprile alle quattro ore della sera montato essendo lo specchio, e collocato sul suo piede, si produsse una leggiere infiam-

mazione in una tavola coperta di lana minutamente tagliata alla diſtanza di 138 piedi, con cento dodici criſtalli, quantunque il Sole foſſe debole, e pallida la ſua luce. Nell' avvicinarſi al ſito ove ſono le materie combuſtibili, biſogna averſi riguardo, e non guardare lo ſpecchio, perciocchè ſe per diſgrazia gli occhi ſi trovaſſero diretti al foco, ſi rimarebbe accecato dal chiarore della luce.

Alli 4 Aprile alle undici ore della mattina, quantunque il Sole foſſe molto pallido, e coperto di vapori, e nuvoli leggieri, ſi ottenne tuttavia con cento cinquantaquattro criſtalli, ed alla diſtanza di 150 piedi un calore tanto conſiderevole, che in meno di due minuti ha fatto fumare una tavola ſpalmata, la quale ſarebbeſi ſenza dubbio infiammata, ſe il Sole non foſſe ſparito tutto ad un tratto.

All' indomani 5 Aprile tre ore dopo mezzo giorno col Sole ancora più debole del giorno precedente alla diſtanza di 150 piedi, e con centocinquantaquattro criſtalli, infiammaronſi in meno d'un minuto e mezzo delle cime d'abete ſolforate, e miſchiate di carbone; ma quando il Sole è vivo, non richiedonſi che alcuni minuti ſecondi per produrre l'infiammamento.

Alli 10 d'Aprile dopo mezzogiorno a Sole ſgombrato, ſi fece prendere fuoco ad una

tavola d'abete spalmata, a 150 piedi con soli centoventotto cristalli, e l'infiammamento è stato prontissimo, ed in tutta l'estensione del foco, il quale in questa distanza era del diametro di 16 pollici circa.

Nello stesso giorno a due ore e mezzo, lanciatosi il fuoco sopra una tavola di faggio in parte spalmata, e in parte coperta di lana tagliata, l'infiammazione incominciata dalle parti del legno ch' erano scoperte, fu prontissima, ed il fuoco così violento, che fu d'uopo immergere nell' acqua la tavola per ispegnerlo: adoperaronsi cento quarantotto cristalli, e la distanza era di 150 piedi.

Agli 11 Aprile, il foco non essendo più che a 20 piedi di distanza dallo specchio, dodici cristalli solamente furono necessarj per infiammare delle piccole materie combustibili: con ventuno cristalli si è fatto prender fuoco ad una tavola di faggio che era già stata in parte bruciata: con quarantacinque si è fuso una grossa boccia di stagno che pesava circa sei libbre; e con cento diciassette cristalli si sono fusi de' pezzi d'argento sottile, e si è arroventita una piastra di latta. Io sono altresì persuaso, che, adoperando tutt' i cristalli dello specchio fonderannosi i metalli alla distanza di 50 piedi egualmente bene che a quella di 20; e siccome a questa distanza il foco è

largo sei in sette pollici, potrebbonsi far in grande delle sperienze sui metalli [20], le quali non sarebbe possibile di fare cogli specchi ordinarj, il foco de' quali è o debolissimo, o cento volte più piccolo di quello del mio specchio. Ho osservato che i me-

[20] Dalle sperienze fatte ho riconosciuto che la distanza più avvantaggiosa per fare comodamente con questi specchi delle prove sui metalli, era di 40 o 45 piedi. I tondi d'argento ch'io ho fusi a questa distanza con ducento ventiquattro cristalli, erano ben netti, talchè il fumo che ne usciva abbondantissimo, non può attribuirsi al grasso o ad altre materie, delle quali fossesi imbevuto l'argento come erano persuasi quelli che furono testimonj dell' esperienza, dalla quale, quantunque la ripetessi con piastre d'argento tutte nuove, non lasciai d'ottenere il medesimo effetto. Il metallo qualche volta per più di 8 o 10 minuti prima di fondersi sfumava abbondantissimamente. Avevo in pensiere di raccogliere questo fumo d'argento per mezzo d'un capitello, o d'uno stromento simile a quello di cui ci serviamo nelle destillazioni, ed ebbi sempre dispiacere perchè altre mie occupazioni non me l'abbiano permesso, perciocchè questa maniera di cavar l'acqua dal metallo è forse la sola che si possa adoperare. E se v'ha chi pretende che questo fumo che a me è sembrato umido, non contenga acqua, sarebbe sempre utile il sapere cosa sia, potendo anche non essere esso che metallo volatillizzato. Altronde io sono persuaso che se si facessero le stesse prove sull' oro, si vedrebbe anch' esso, forse più, forse meno, fumare come l'argento.

talli, e massime l'argento molto prima di fondersi mandano fumo, sensibile a segno d'ombreggiare il terreno, ciocchè osservai attentamente; non è pure possibile di guardare anche per un momento il foco allorchè cade sul metallo, a motivo che il chiarore è assai più vivo di quello del Sole.

Le sperienze riferite quì sopra, le quali sono state fatte ne' primi tempi del ritrovamento di questi specchi furono poi seguitate da un gran numero di altre sperienze che confermano le prime. Fino a 200, ed anche 210 piedi ho con questo stesso specchio, e col Sole d'Estate infiammato dei legni ogni volta che il Cielo era puro, e credo di poter assicurare che con quattro specchi simili abbrucierebbesi alla distanza di 400 piedi, e fors'anche più lungi. Io ho eziandio fusi tutt'i metalli, e i minerali metallici a 25, 30, e 40 piedi. Nel seguito poi di quest' articolo si troveranno gli usi, ai quali si possono applicare questi specchi, ed i limiti che assegnar si devono alla loro potenza riguardo alla calcinazione, combustione, fusione, ec.

Una mezz'ora circa è necessaria per adattare lo specchio, e far coincidere le immagini allo stesso punto; ma assestato una volta serve per sempre, e solamente tirando una bandinella si darà fuoco alle materie combustibili prontissimamente, senza che vi

sia necessità di disestarlo a meno che non si voglia mutar la distanza; per esempio, collocato in maniera d'abbruciare a 100 piedi, è necessaria una mezz'ora per adattarlo alla distanza di 150 piedi, e così dell'altre.

Questo specchio arde all'alto, al basso, ed orizzontalmente secondo la diversa inclinazione che gli si dà; le sperienze ch'io riferii or ora sono state fatte pubblicamente nel Giardino del Re, su d'un terreno orizzontale, e contro a tavole verticalmente poste: non credo necessario l'avvertire che lo specchio avrebbe abbruciato con maggior forza in alto, che non in basso, come ancora che più avvantaggio si ha dall'inclinare il piano delle materie combustibili paralellamente al piano dello specchio. Quest'avvantaggio di abbruciare in alto, in basso ed orizzontalmente, che non hanno gli specchi ordinarj di riflessione, i quali non abbruciano che in alto, deriva dall'essere molto lontano il suo foco, e dall'aver tanto poco di concavità, ch'è quasi insensibile all'occhio; esso è largo 7 piedi, ed alto otto, ciocchè, quando abbruciasi a 150 piedi, non forma più che la 150 parte incirca della circonferenza della sfera.

La ragione che mi determinò a preferire de' cristalli di 6 pollici di larghezza sopra 8 pollici d'altezza a cristalli quadrati di 6 o 8 pollici, si è che molto più comodo riesce il

il fare le sperienze d'un terreno orizzontale, e di livello che non il farle di basso in alto, e che con questa figura più alta che larga, le immagini erano più rotonde, invece che con cristalli quadrati sarèbbono state scorciate in questa situazione orizzontale, massime attese le piccole distanze.

Questa scoperta ci somministra de' vantaggi per la Fisica, e fors'anche per le Arti. Noi sappiamo che gli specchi ordinarj di riflessione rendonsi poco meno che inutili per le sperienze, perchè abbruciano sempre in alto, e perchè si prova molta difficoltà nel ritrovare maniere di sospendere, e sostenere al loro foco le materie che fonder si vogliono, o calcinare: per mezzo del mio specchio si farà che abbrucino in basso gli specchi concavi, e con avvantaggio tanto considerevole che si otterrà qualsivoglia grado di calore; per esempio, mettendo dirimpetto al mio specchio uno specchio concavo d'un piede quadrato di superficie, il calore che quest' ultimo specchio produrrà al suo foco, non adoperando più che cento cinquantaquattro cristalli, sarà oltre dodici volte più grande di quello ch'esso ordinariamente produce, e l'effetto sarà istesso, come se esistessero dodici Soli invece di uno, o piuttosto come se il Sole avesse dodici volte più di calore.

In secondo luogo per mezzo del mio spec-

chio si avrà la vera scala dell' aumento del calore, e formeremo un termometro reale, le di cui divisioni non avranno più niente d'arbitrario dalla temperatura dell'aria fino a quel grado di calore che si vorrà, facendo cadere ad una ad una successivamente le immagini del Sole le une sull'altre, e graduando gli intervalli, o mercè d'un liquore espansivo, o d'una macchina di dilatazione; da ciò verremo a saper realmente cosa sia un aumento di calore [21] doppio, triplo, quadruplo, e conosceremo le materie, delle quali l'espansione, e gli altri effetti saranno più atti a misurare le aumentazioni di calore.

In terzo luogo noi sapremo precisamente quante volte il calore del Sole è necessario per abbruciare, fondere, o calcinare materie diverse, ciocchè non si è saputo finora calcolare che in maniera vaga, e molto lontana dalla verità; e noi saremo in istato di fare paragoni precisi dell' attività de' nostri

---

[21] Il fu Sig. de Mairan ha fatto una sperienza con tre soli cristalli, ed ha trovato che le aumentazioni del doppio e del triplo di calore erano come le divisioni del termometro di Reaumur; ma niente conchiuder devesi da una tale sperienza, la quale non ha dato luogo a questo risultato se non per una specie d'azzardo. *Vedi a questo proposito quanto ho detto nel mio* TRATTATO DEGLI ELEMENTI.

fuochi con quella del Sole, e di avere su ciò de' rapporti esatti, e delle misure fisse, ed invariabili.

Finalmente, esaminata che si avrà la teoria da me data, e veduto l'effetto del mio specchio, saremo convinti che il mezzo da me impiegato era il solo, per cui fosse possibile di riuscire a bruciar da lontano; perciocchè, indipendentemente dalla fisica difficoltà di fare grandi specchi concavi, sferici, parabolici, o di altra curvatura qualunque assai regolare per ardere a 150 piedi, ciascuno agevolmente si persuaderà, che, essendo il loro foco quasi ugualmente largo, essi produrebbero a un dipresso ugual'effetto del mio; che inolrre questi specchi curvi quand'anche fosse possibile l'eseguirli, avrebbero il difetto grandissimo di non abbruciare che a una sola distanza, laddove il mio arde a tutte le distanze: e per conseguente si abbandonerà il progetto di fare con cristalli curvi degli specchi per ardere da lontano, cosa che ha inutilmente occupato un gran numero di Matematici, e d'Artisti, ingannati mai sempre dal risguardare come paralelli i raggi del **Sole**, invece che in questo caso devonsi considerare tal quali sono, cioè come formanti angoli d'ogni grandezza dallo zero fino a 32 minuti; e da ciò risulta che qualunque curvatura diasi ad uno specchio, egli è impossibile di ren-

dere il diametro del foco più piccolo della corda dell' arco che misura quest' angolo di 32 minuti. Quindi, quand' anche costrurre si potesse uno specchio concavo per abbruciare a una distanza grande, per esempio di 150 piedi, lavorandolo in tutt' i suoi punti sopra una sfera di 600 piedi di diametro, ed adoperando una enorme massa di vetro, o di metallo, è chiaro che si verrà ad avere pressochè ugual vantaggio a non servirsi all' opposito che di piccoli specchi piani.

Del resto, siccome ogni cosa ha limiti, quantunque il mio specchio sia suscettibile d'una maggior perfezione, tanto per riguardo all' adattamento, come per riguardo a parecchie altre cose; e quantunque io pensi a farne un altro, i di cui effetti saranno superiori, non dobbiamo sperare però di poter ardere giammai a distanze grandissime: imperciocchè per abbruciare, per esempio, alla distanza di mezza lega, sarebbe mestieri d'uno specchio due mille volte più grande del mio; e noi non potremo giammai abbruciare più che a 800, o 900 piedi a dir molto. Il foco il di cui movimento corrisponde sempre a quello del Sole è tanto più pronto, quanto è più lontano dallo specchio, ed alla distanza di 900 piedi, esso sarebbe un camino di circa 6 piedi per minuto.

Non è necessario l'avvertire che con dei

piccoli pezzi piatti di cristallo, o di metallo si possono fare degli specchi, i di cui fochi saranno variabili, ma che abbruceranno a distanze piccole con una vivacità grande; e montandoli quasi come montansi i parasoli un solo movimento basta per accomodarne il foco.

Dopo d'aver reso conto della mia scoperta, e dell'esito delle mie sperienze, deggio rendere ad Archimede, ed agli Antichi la gloria che loro è dovuta. Egli è certo che Archimede ha potuto cogli specchi di metallo far ciò ch'io faccio con quelli di vetro; egli è sicuro altresì ch'esso aveva più lumi che non abbisognano per ideare la teoria che mi ha servito di guida, e la meccanica che ho fatto eseguire; che per conseguenza non può negarsegli il titolo di primo ritrovatore di questi specchi, resi dall' occasione in cui egli seppe servirsene più celebri di quello che la cosa si meriti.

Quando io lavorava dietro a questi specchi, non sapeva minutamente tutto quello che detto ne avevano gli Antichi; ma dopo che mi riuscì di farli fui sollecito d'instruirmene. Il fu Sig. Melot dell'Accademia di Belle-lettere, ed uno de' Bibliotecarj del Re, la di cui erudizione, e i di cui talenti erano noti a tutt' i Saggi, ebbe la bontà di comunicarmi un'eccellente Dissertazione che egli aveva fatta sopra questo soggetto, nella

quale riferisce le testimonianze di tutti gli Autori che hanno parlato degli specchi ustorj d'Archimede; quelli che ne parlano più chiaramente sono Zonaras, e Tzetzes, che vivevano nel XII. secolo: il primo di essi asserisce, che *Archimede* co' suoi specchi ustorj incenerì tutta la flotta de' Romani: *questo Geometra*, dice egli, *avendo ricevuti i raggi del Sole su d'uno specchio, mercè questi raggi raccolti, e riflessi dalla grossezza, e levigatezza dello specchio appiccò fuoco nell' aria, ed eccitò una grande fiamma che si lanciò tutta intera sui vascelli, i quali scomposti dall' attività della medesima furono tutti ridotti in cenere*. Lo stesso Zonaras riferisce altresì che nell' assedio di Costantinopoli, sotto l'Impero d'Anastasio l'anno 514 di Gesù Cristo, Proclo arse con degli specchi di rame la flotta di Vitaliano che assediava Costantinopoli; ed aggiunge che questi specchi erano un' antica scoperta, e che l'istorico Dione ne dà l'onore ad Archimede che la fece, e se ne servì contro i Romani, allorchè Marcello assediò Siracusa.

Tzetzes non solo riferisce, ed assicura il fatto degli specchi, ma eziandio ne spiega in qualche modo la costruzione. *Quando i i vascelli Romani*, dice egli, *furono alla portata della freccia, Archimede fece fare una specie di specchi essagoni, ed altri più piccoli di ventiquattro angoli per ciascuno, che*

collocò in una distanza proporzionata, e che potevansi movere per mezzo delle loro nocelle, e di certe lame di metallo. Collocò egli lo specchio essagono in maniera che fosse tagliato nel mezzo dal mezzogiorno d'inverno, e d'estate, cosicchè i raggi del Sole ricevuti in questo specchio rifrangendosi, eccitarono un gran fuoco che ridusse in cenere i Vascelli Romani, tuttochè fossero lontani alla distanza d'un tiro di freccia. Questo passo mi sembra assai chiaro; fissa egli la distanza alla quale Archimede abbruciò, non potendo essere altra la portata d'una freccia se non la distanza di 150 a 200 piedi: l'idea che esso dà della sua costruzione dimostra che lo specchio d'Archimede poteva essere come il mio, composto di parecchi piccoli specchi che movevansi col movimento delle nocelle, e delle mole; e finalmente indica la posizione dello specchio dicendo che lo specchio esagono, attorno al qnale eranvi senza dubbio gli specchi più piccoli, era tagliato dal meridiano, che vuol dire verisimilmente che lo specchio dev' essere direttamente opposto al Sole: altronde lo specchio esagono era probabilmente quello in cui l'immagine serve di mira per adattare le altre; e questa figura non è del tutto indifferente, come anche quella de' ventiquattro angoli o de' ventiquattro lati dei piccoli specchi. Egli è facile di compren-

dere che si ha realmente del vantaggio dando a questi specchi una figura poligona d'un gran numero di lati uguali, affinchè la quantità di luce sia meno inegualmente ripartita nell' immagine riflessa, e sarà ripartita meno inegualmente ch' è possibile, se gli specchi saranno circolari. Quantunque io abbia veduto che usando di specchi quadrangolari lunghi 6 pollici sopra 8 v' era della perdita, ho tuttavia anteposta questa forma perchè, come ho detto, è la più vantaggiosa per ardere orizzontalmente.

Nella stessa dissertazione del Sig. Melot ho ritrovato altresì, che il P. Kircher avea scritto che Archimede avesse potuto abbruciare a una grande distanza con degli specchi piani, e che l'esperienza gli aveva insegnato, che, riunendo a questo modo le immagini del Sole producevasi un calore considerevole nel punto di riunione.

Per ultimo nelle Memorie dell' Accademia, *anno* 1726, il Sig. de Fay, di cui onorerò sempre la memoria ed i talenti, sembra essere stato vicino a questa scoperta, dice egli, *che avendo ricevuta l'immagine del Sole su d'uno specchio piano d'un piede in quadrato, ed avendola su d'uno specchio concavo di 17 pollici di diametro spinta fino a 600 piedi, essa aveva ancora la forza di ardere delle materie combustibili al foco di quest' ultimo specchio.* Alla fine poi

della sua Memoria, dice, *che alcuni Autori*, intende senza dubbio di parlare del P. Kircher, *hanno proposto di formare uno specchio d'un foco lunghissimo per mezzo d'un gran numero di piccoli specchi piani tenuti in mano da molte persone, e dirette per modo che le immagini del Sole formate da ciascuno di questi specchi concorressero in un medesimo punto; e che questa era forse la maniera più sicura di riuscirne, e la meno difficile d'eseguirsi*. Un poco di riflesso sull'esperienza dello specchio concavo e su questo progetto, avrebbe condotto il Sig. de Fay alla scoperta dello specchio d'Archimede, ch'egli per altro più sopra reputa favolosa; imperciocchè a me sembra che sarebbe stato naturalissimo il conchiudere dalla sua sperienza, che, se uno specchio concavo di 17 pollici di diametro, su cui l'immagine del Sole non cadeva tutta intera, può tuttavia ardere con questa sola parte dell'immagine del Sole riflessa a 600 piedi in un foco ch'io suppongo largo 3 linee; mille e cento cinquantasei specchi piani simili al primo specchio riflettente, devono con più forte ragione abbruciare direttamente a questa distanza di 600 piedi; e che per conseguente duecento ottantanove specchi piani, riunendo le duecento ottantanove immagini, sarebbono stati più che bastevoli ad ardere a 300 piedi: ma in materia di scoperte, l'ul-

timo paſſo, quantunque ſia ſovente il più facile, è ciò non oſtante quello che ſi fa più di rado.

La mia Memoria tal quale ritrovaſi quì è ſtata impreſſa nel volume dell' Accademia delle Scienze *dell' anno* 1747. col titolo: *Ritrovamento degli ſpecchi per abbruciare a una grande diſtanza*. Avendomi il fu Sig. Bouguer, e qualch' altro Membro dell' erudita Compagnia, fatte parecchie obbiezioni tratte principalmente dalla dottrina di Carteſio nel ſuo Trattato di Dioptrica, ho creduto dovergli riſpondere colla Memoria ſeguente, la quale fu letta nell' Accademia lo ſteſſo anno, ma che non feci ſtampare per un riguardo ch' ebbi a miei Avverſarj di opinione. Siccome però, contenendo eſſa molte coſe utili, potrebbe ſervire di preſervativo contro gli errori che incontranſi in alcuni libri di Ottica, maſſimamente in quello della Dioptrica di Carteſio, e dall' altra parte ſerve di ſpiegazione, e di ſeguito alla Memoria precedente, ho giudicato perciò a propoſito l'unirla quì, e pubblicarla inſieme.

ARTICOLO SECONDO.

Riflessioni sul giudizio di Cartesio al proposito degli specchi d'Archimede, col rischiarimento della teoria di questi specchi e colla spiegazione de' loro usi principali.

La Dioptrica di Cartesio, quell' opera ch' egli ha dato come il primo, e principal saggio del suo metodo di ragionar nelle Scienze debb' essere reputata un capo d'opera del suo tempo; ma le più belle speculazioni vengono bene spesso smentite dall' esperienza, e tutt' i giorni i sublimi Matematici sono obbligati di cedere sotto a nuovi fatti; imperciocchè nell' applicazione che noi facciamo alle più piccole parti della Fisica, dobbiamo diffidare di tutte le circostanze, e non fidarsi tanto alle cose che crediamo di sapere per giudicare affermativamente di quelle che ci sono sconosciute. Questo è tuttavia un difetto pur troppo comune, ed io ho creduto di far cosa utile a quelli che vogliono occuparsi nell' Ottica, esponendo loro ciò che mancava a Cartesio, perch' ei potesse fornirci una teoria di questa scienza che fosse suscettibile d'esser ridotta alla pratica.

Il suo Trattato di Dioptrica è diviso in dieci Discorsi: nel primo il nostro Filosofo

parla della luce, di cui ficcome egli ignorava il moto progreffivo ftato fcoperto da Roëmer fol qualche tempo dopo, bifogna modificar tutto quello ch' egli ha detto a quefto propofito, e non ritenere alcuna delle fpiegazioni che ci dà rapporto alla natura, ed alla propagazione della luce, come eziandio i paragoni e le ipotefi di cui fi ferve per procurare di fpiegare le caufe e gli effetti della vifione. Noi fappiamo prefentemente che la luce impiega circa 7 minuti e mezzo a giungere dal Sole fino a noi; che quefta emiffione del corpo luminofo rinnovafi ad ogni iftante, e che i fuoi effetti dipendono non già dalla preffione continua, e dall' azione, o piuttofto dall' inftantaneo movimento d'una materia fottile; quindi tutte le parti di quefto Trattato, in cui l'Autore ferveſi di queſta teoria fono più che fofpette, e non poffono effere che erronee le confeguenze.

Lo fteffo dee dirfi della fpiegazione che Cartefio dà della rifrazione; perciocchè la fua teoria non folo è ipotetica riguardo alla caufa, ma la pratica è contraria in tutti gli effetti. I movimenti d'una palla che attraverfa l'acqua fono moltiffimo diverfi da quelli della luce che paffa per lo fteffo mezzo; e s'egli aveffe paragonato ciò che fuccede realmente a una palla con quello che accade alla luce, ne avrebbe dedotte

conseguenze del tutto opposte a quelle che ha dedotte.

E per non ommettere una cosa essenzialissima, la quale potrebbe indurre in errore, è molto necessario di guardarsi, leggendo quest' articolo, dal credere col nostro Filosofo, che il moto rettilineo possa naturalmente cangiarsi in un movimento circolare; perciocchè quest' asserzione è falsa, ed il contrario è dimostrato da che sono cognite le leggi del moto.

Siccome il secondo Discorso s' aggira in gran parte su quest' ipotetica teoria della rifrazione, io mi asterrò dal parlar minutamente degli errori che ne vengono in conseguenza, giacchè un Lettore avvertito non può non avvedersene.

Nel terzo, quarto, e quinto Discorso trattasi della visione, e la spiegazione che Cartesio dà riguardo alle immagini che formansi nel fondo dell' occhio è molto giusta; quanto dice però riguardo ai colori non può sostenersi, nè tampoco intendersi; imperciocchè come concepiremo che una certa proporzione tra il moto rettilineo, ed un preteso moto circolare possa produrre de' colori? Questa parte è stata, come ognun sa, trattata a fondo, ed in maniera dimostrativa da Newton, e l' esperienza dimostra l' insufficenza di tutt' i sistemi precedenti.

Io non parlerò del sesto Discorso, in cui

egli s'ingegna di ſpiegare come ſi fanno le noſtre ſenſazioni: per ingegnoſe che ſieno le ſue ipoteſi, non vi vuol molto a capire ch' eſſe ſono gratuite; e ſiccome in queſta parte v'è quaſi niente di matematico, è ſuperfluo che noi ci fermiamo ſopra.

Nel ſettimo ed ottavo Diſcorſo eſpone Carteſio una bella teoria geometrica ſulle forme che devono avere i vetri, acciò producano gli effetti che poſſono ſervire alla perfezione della viſione; e dopo d'aver eſaminato coſa ſuccede ai raggi che attraverſano queſti vetri di forme differenti, conchiude che i vetri ellittici ed iperbolici ſono i migliori di tutti per unire i raggi, e termina con dare nel nono Diſcorſo la maniera di coſtrurre occhiali di lunga viſta, e nel decimo ed ultimo Diſcorſo quella di tagliare i vetri.

Queſta parte dell' opera di Carteſio, ch'è propriamente la ſola parte matematica del ſuo Trattato, è più ben fondata, e molto meglio ragionata delle precedenti; contuttociò non ſi è applicata la ſua teoria alla pratica, non ſonoſi tagliati de' vetri ellittici o iperbolici, e que' famoſi ovati che formano il principal oggetto della ſua Geometria, ſono andati in dimenticanza. Appena ſcoperta la differente rifrangibilità de' raggi ſconoſciuta a Carteſio è ſtata abbandonata queſta teoria geometrica; perciocchè di fatti

resta dimostrato che la scelta di queste forme non reca tanto vantaggio, quanto è la perdita che si fa per via della differente rifrangibilità de' raggi, i qua'i secondo il differente grado di loro rifrangibilità più o meno avvicinansi. Ma siccome si è riuscito a fare degli occhiali acromatici, ne' quali la differente rifrangibilità de' raggi viene compensata da' vetri di differente grossezza, volendo dare agli occhiali acromatici tutta la perfezione, di cui sono suscettibili, sarebbe in oggi utilissimo il tagliare vetri iperbolici, o ellittici.

Dopo quanto ho finora esposto non dobbiamo, per quanto a me sembra, maravigliarci che Cartesio abbia giudicato malamente degli specchi d'Archimede, poichè egli ignorava un sì gran numero di cose scoperte in appresso: ma siccome questo è il punto principale, ch' io voglio esaminare per metterci in istato di decidere è necessario riferire ciò ch' egli ne ha detto.

„ Voi potete altresì riflettere a questo
„ proposito che i raggi del Sole riuniti per
„ mezzo del vetro ellittico devono abbru-
„ ciare con forza maggiore, che non riu-
„ niti dall' iperbolico, perciocchè bisogna
„ aver riguardo non solamente ai raggi che
„ vengono dal centro del Sole, ma ezian-
„ dio a tutti gli altri, i quali dagli altri
„ punti della superficie dipartendosi non

„ hanno almeno sensibilmente minor forza
„ di quelli del centro; di maniera tale che
„ la violenza del calore ch' essi possono ca-
„ gionare deve misurarsi dalla grandezza
„ del corpo che gli avvicina, paragonata
„ con quella dello spazio in cui vengono
„ riuniti...... senza che la grandezza del
„ diametro di questo corpo o la sua figura
„ particolare possa aggiungervi a dir molto
„ più d'un quarto, o d'un terzo circa: egli
„ è certo che questa linea abbruciante all'
„ infinito, ideata da alcuni, altro non è
„ che un sogno.

Fin quì trattasi soltanto dei vetri abbruciantí per rifrazione, ma questo ragionamento applicar devesi medesimamente agli specchi per riflessione; e prima di dimostrare che l'Autore non ha cavate da queste teorie le conseguenze che doveva dedurne, sarà bene rispondergli tosto coll' esperienza. Questa linea ardente all' infinito ch' egli risguarda come una stravaganza, potrebbe eseguirsi per mezzo di specchi di riflessione simili al mio, non già a una distanza infinita, giacchè l'uomo niente può far d'infinito, bensì a una distanza indefinita assai considerevole. Imperciocchè supponiamo che il mio specchio invece di essere composto di duecento ventiquattro piccoli cristalli, fosse composto di due mille com'è possibile; non ne abbisognando che venti per ardere a 20

piedi, e il foco essendo come una colonna di luce, questi venti cristalli abbruciano nel tempo istesso a 17 ed a 23 piedi; con venticinque altri cristalli io avrò un foco che abbrucierà dalli 23 fino alli 30; con ventinove cristalli un foco che abbrucierà dalli 30 fino alli 40; con trentaquattro cristalli un foco che abbrucierà dalli 40 fino alli 52; con quaranta cristalli dai 52 fino ai 64; con cinquanta cristalli dai 64 fino ai 76; con sessanta cristalli dai 76 fino ai 88; con settanta cristalli dalli 88 fino alli 100 piedi. Ecco dunque fin d'ora una linea ardente dalli 17 fino ai 100 piedi, mentre io non avrò impiegato per essa più di trecento ventotto cristalli: per continuarla basta far da principio un foco di ottanta cristalli, perchè arda dai 100 piedi fino ai 116, novantadue cristalli dai 116 fino ai 134 piedi; e cento otto cristalli dai 134 fino ai 150, e cento ventiquattro cristalli dai 150 fino ai 170, e cento cinquantaquattro cristalli dalli 170 fino ai 200 piedi; quindi ecco che la mia linea abbruciante arde alla distanza di 100 piedi di più, di maniera che da diciassette fino a 200 piedi un corpo combustibile, collocato in qualunque sito di questa distanza, sarà abbruciato; e per ciò ottenere non è necessario adoperare in tutto più che ottocento ottantasei cristalli di sei pollici, ed adoperando il resto de' due mille cristalli io

allungherei per egual modo la mia linea ardente fino a 300, o 400 piedi, e così con un numero maggiore di cristalli, per esempio con quattro mille io la spingerei più lungi d'assai, a una distanza indefinita. Ora tutto ciò che nella pratica è indefinito può considerarsi come infinito nella teoria; dunque il nostro celebre Filosofo non ha avuto ragione di dire che questa linea abbruciante all' infinito non era che un vaneggiamento.

Ma ritorniamo alla teoria: niente è più vero di quel che dice Cartesio al proposito della riunione de' raggi del Sole, la quale non operasi in un punto, bensì in uno spazio o foco, il cui diametro s'aumenta in proporzione della distanza. Ma questo grande Filosofo non ha ben compresa l'estensione di un principio ch' egli non ci ha dato se non come una riflessione; perciocchè s'egli vi avesse fatto attenzione, non avrebbe in tutto il restante della sua opera, considerati i raggi del Sole come paralelli, stabilito non avrebbe per fondamento della teoria della costruzione degli occhiali l'unione de' raggi in un punto, e guardato sarebbesi dal dire affermativamente (*pag.* 131). *Noi potremo per mezzo di questa invenzione, scorgere negli astri degli oggetti così particolari e così piccoli, come quelli che comunemente vediam sulla terra*. Quest' asserzione non poteva es-

ser vera se non supponendo il parallelismo de' raggi, e l'unione de' medesimi in un sol punto, e per conseguenza è opposta alla sua propria teoria, o per meglio dire egli non s'è servito della teoria, come era mestieri. In fatti s'egli non avesse perduto di vista quest' osservazione, avrebbe soppressi i due ultimi libri della sua Dioptrica; perciocchè avrebbe capito che quand' anche gli Operai avessero potuto tagliare i vetri come egli voleva, questi vetri non avrebbero prodotti gli effetti ch' egli pretende di farci distinguere i più piccoli oggetti negli astri; a meno che non avesse nel tempo stesso supposta in questi oggetti un'intensità di luce infinita, o, ciò che torna il medesimo, ch' essi malgrado la lontananza loro avessero potuto formare un angolo sensibile ai nostri occhi.

Siccome questo punto d'Ottica non è mai stato bene schiarito, perciò io ne parlerò quì minutamente: si può dimostrare che due oggetti egualmente luminosi, e i cui diametri sono differenti, ovvero che due oggetti i cui diametri sono uguali, l'intensità di luce de' quali è differente, devono essere osservati con occhiali differenti; che per osservare col maggior avvantaggio possibile, sarebbero necessarj canocchiali differenti per ciascun Pianeta; che, per esempio Venere che ci sembra molto più piccola della Luna,

la luce della quale suppongo per un momento uguale a quella della Luna, dev' essere osservata con un canocchiale d'un foco più lungo; e che la perfezione de' canocchiali, per trarre da essi il maggior avvantaggio possibile, dipende da una combinazione che bisogna fare non solo tra i diametri e l'incurvature de' vetri, come l'ha fatta Cartesio, ma eziandio tra questi stessi diametri, e l'intensità della luce dell' oggetto che osservasi. Quest' intensità della luce di ciascun' oggetto è un elemento che gli Autori che hanno scritto sull' Ottica non hanno mai avuto presente, quantunque esso influisca più che non fa l'aumentazione dell' angolo, sotto il quale un oggetto presentarcisi deve in virtù dell' incurvatura de' vetri. Lo stesso è d'una cosa che sembra essere un paradosso, ed è che gli specchi ustorj tanto per riflessione, quanto per rifrazione farebbero un effetto sempre uguale a qualunque distanza dal Sole si collocassero. Per esempio il mio specchio che arde sulla Terra del legno a 150 piedi, abbrucierebbe a 150 piedi, e con ugual forza del legno anche in Saturno, ove per altro il calore del Sole è circa cento volte minore che sulla Terra. Io non dubito che chi ha buon giudizio comprenderà senz' altra dimostrazione la verità di queste due proposizioni, quantunque tutte due nuove, e singolari.

Ma per non discostarmi dal soggetto che mi sono proposto, e per dimostrare che Cartesio, non avendo la teoria ch'è necessaria per costrurre gli specchi d'Archimede, non era in istato di decidere ch'essi fossero impossibili, voglio far vedere per quanto potrò, in che consistesse la difficoltà d'un tal ritrovamento.

Se il Sole invece di occupare a' nostri occhi uno spazio di 32 minuti fosse ridotto in un punto, allora certamente questo punto di luce riflesso da un punto d'una superficie levigata, produrrebbe in tutte le distanze una luce, ed un calor eguale (poichè l'interponimento dell' aria niente, o quasi niente instuisce); e per conseguente uno specchio, la cui superficie fosse eguale a quella d'un altro, abbrucierebbe a dieci leghe quasi egualmente bene che il primo a 10 piedi, se fosse possibile di lavorarlo su una sfera di quaranta leghe, come l'altro si può lavorare su una sfera di 40 piedi: imperciocchè ciascun punto della superficie dello specchio, venendo a riflettere il punto luminoso a cui noi abbiamo ridotto il disco del Sole, variando l'incurvatura degli specchi, si avrà un egual calore, o una egual luce in tutte le distanze senza cangiare i loro diametri; onde in questo caso per ardere a una distanza grande richiederebbesi propriamente uno specchio esattissimamente lavorato su una

sfera o iperboloide proporzionata alla distanza; o pure uno specchio tagliato in un' infinità di punti fisici piani, che dovrebbonsi far coincidere al medesimo punto. Ma il disco del Sole occupando uno spazio di 32 minuti, egli è chiaro che lo stesso specchio sferico, o iperbolico, o di qualsivoglia altra figura, non può mai in virtù di questa figura ridurre l'immagine del Sole in uno spazio più piccolo di 32 minuti; che allora l'immagine aumenterà sempre a misura che si allontanerà; che inoltre ciascun punto della superficie ci presenterà un' immagine d'una larghezza medesima, per esempio d'un mezzo piede fino a 60 piedi. Ora, siccome per ottenere tutto l'effetto possibile ricercasi che tutte le immagini coincidano in questo spazio d'un mezzo piede, allora invece di tagliare lo specchio in un' infinità di parti, apparisce evidentemente ch'è pressochè uguale, e più comodo d'assai il non tagliarlo, se non in un piccol numero di parti piane, ciascun d'un mezzo piede di diametro, perchè così ciascun piccolo specchio piano d'un mezzo piede, presenterà un' immagine all' incirca d'un mezzo piede, la quale per poco non sarà luminosa quanto un' eguale superficie d'un mezzo piede ricevuta nello specchio sferico, o iperbolico.

La teoria del mio specchio non consiste dunque, come s'è detto, nell' aver ritrova-

ta l'arte d'inscrivere facilmente de' piani in una superficie sferica, e il mezzo di mutare a talento la curvatura di questa superficie sferica; ma suppone altresì una riflessione più delicata, e non mai stata fatta da prima, cioè che si ha quasi l'egual avvantaggio tanto a servirsi degli specchi piani, quanto di quelli d'ogni altra figura quando si vuole ardere a una certa distanza, e che la grandezza dello specchio piano è determinata dalla grandezza dell' immagine a questa distanza, di maniera che alla distanza di 60 piedi, nella quale l'immagine del Sole è del diametro circa d'un mezzo piede, si abbrucierà quasi egualmente bene con degli specchi piani d'un mezzo piede, che cogli iperbolici meglio lavorati, purchè siano della medesima grandezza. Parimente con degli specchi piani d'un pollice e mezzo abbrucierassi a 15 piedi con forza quasi tanto uguale, quanto con uno specchio lavorato esattamente in tutte le sue parti; e a dir brieve uno specchio a faccette piatte, produrrà a un dipresso tanto effetto quanto uno specchio lavorato coll' ultima esattezza in tutte le sue parti, purchè la grandezza di ciascuna faccetta sia eguale alla grandezza dell' immagine del Sole. Per questa ragione v'ha una certa proporzione tra la grandezza degli specchi piani, e le distanze; e possonsi nel mio specchio adoperare

con uguale vantaggio cristalli grandi per ardere più da lontano, quanto per abbruciar più da vicino.

Imperciocchè, se ciò non fosse, scorgesi tosto che riducendo per esempio i miei cristalli di sei pollici a tre pollici, ed adoperando quattro volte tanti di questi come de' primi cristalli, ciò che riguardo all' estensione della superficie dello specchio tornerebbe il medesimo, avrei avuto quattro volte più d'effetto, e che quanto più piccoli fossero i cristalli, tanto maggior effetto produrrebbe lo specchio. A ciò solo limitata sarebbesi l'arte di alcuno, che studiato soltanto si fosse d'inscrivere una superficie poligona in una sfera, ed ideato avesse l'espediente di cui io mi sono servito per far cangiare a sua voglia l'incurvatura di questa superficie; esso avrebbe fatto i cristalli più piccoli che gli fosse stato possibile, ma il fondo di questa teoria si è l'aver riconosciuto che non solamente trattavasi d'inscrivere con esattezza una superficie poligona in una sfera, e di farne secondo il volere, variare l'incurvatura, ma eziandio che ciascuna parte di questa superficie doveva, per produrre facilmente un grand' effetto, avere una certa determinata grandezza, il che forma un problema molto differente, la di cui soluzione mi dimostrò che in cambio di lavorare o tagliare uno specchio in tutte le sue

parti,

parti, per far coincidere le immagini al medesimo sito, bastava tagliarlo o lavorarlo a faccette piane ed in parti grandi, ed eguali alla grandezza dell' immagine, e che poco vantaggio si veniva ad ottenere tagliandolo in troppo piccole parti, o, ciò ch' è la medesima cosa, lavorandolo esattamente in tutt'i suoi punti. Per questo motivo ho nella mia Memoria detto, che per ardere a grandi distanze era mestieri d' immaginare qualche cosa di nuovo, e del tutto indipendente da quanto si era pensato, e praticato in addietro, ed avendo geometricamente calcolata la differenza, ritrovai che uno specchio perfetto di qualunque incurvatura esser si possa, non avrà sul mio giammai avvantaggio maggiore di 17 a 10, e che nel tempo stesso l'esecuzione di esso sarebbe impossibile, ancorchè non si trattasse di ardere se non a piccola distanza, come di 25 o 30 piedi. Ma ritorniamo alle asserzioni di Cartesio.

Egli dice in seguito „ che avendo due „ vetri o specchi ustorj, l'uno de' quali sia „ più grande dell' altro, di qualunque ma„ niera esser si possano, purchè le loro fi„ gure sieno tutte eguali, il più grande deve „ unire i raggi del Sole in uno spazio mag„ giore e più lontano del più piccolo; ma che „ questi raggi non devono aver più di for„ za in ciascuna parte di questo spazio, che „ non hanno in quello in cui il più pic-

„ colo li riunifce, di maniera che fi poffo-
„ no fare vetri, o fpecchi eftremamente pic-
„ coli, i quali abbrucieranno con egual
„ violenza che i più grandi.

Quefto è affolutamente contrario alle fperienze da me riferite nella mia Memoria, in cui ho dimoftrato che a uguale intenfità di luce un grande punto di concorfo abbruccia affai più d'un piccolo, ed a quefta offervazione tutta oppofta al fentimento di Cartefio ho in parte appoggiata la teoria de' miei fpecchi; perciocchè ecco ciò che fegue dall'opinione di quefto Filofofo. Prendiamo un grande fpecchio uftorio come quello del Sig. Segard di 32 pollici di diametro, e d'un foco di *9* linee di larghezza a *6* piedi di diftanza, al qual foco fondefi il rame in un minuto, e facciamo nelle proporzioni medefime un piccolo fpecchio uftorio di 32 linee di diametro, il cui foco farà di $\frac{9}{12}$ o di $\frac{3}{4}$ di linea di diametro, e la diftanza di *6* pollici; poichè il grande fpecchio, nell' eftenfione del fuo foco ch'è di *9* linee, fonde il rame in un minuto, il piccolo, nell' eftenfion del fuo foco ch'è di $\frac{3}{4}$ di linea, deve, fecondo Cartefio, in egual tempo fondere la fteffa materia: ora volgendoci all'efperienza vedremo che quefto piccolo vetro uftorio, ben lontano dal fondere il rame, potrà appena comunicare al medefimo un poco di calore.

Siccome questa è una considerazione fisica, la quale ha giovato non poco ad accrescere le mie speranze in tempo che dubitava ancora di poter produr fuoco a una distanza grande, mi stimo in dovere di comunicare ciò che ne ho pensato.

La prima cosa cui io posi mente si è che il calore comunicasi di grado in grado, e disperdesi nel tempo stesso che si continua ad applicarlo al medesimo punto; per esempio, se si fa cadere il foco d'un vetro ustorio sul centro d'uno scudo, e questo foco non abbia che una linea di diametro, il calore ch'esso produce nel centro dello scudo si disperde, e propagasi per l'intero volume dello scudo, il quale riscaldasi fino alla circonferenza; allora tutto il calore, quantunque da principio diretto contro il centro dello scudo, non vi si arresta, e non può produrre quell'effetto che produrrebbe, se tutto intero vi si fermasse. Ma se invece d'un foco d'una linea che cada sul mezzo dello scudo, io vi faccio cader sopra tutto intero un foco di forza eguale al primo, in quest'ultimo caso, rimanendo egualmente scaldate tutte le parti dello scudo, non v'è perdita di calore come nel primo, ed il punto di mezzo, approfittando del calore degli altri punti, quanto essi approfittano del suo, lo scudo in quest'ultimo caso verrà fuso, dove nel primo non sarà

rimasto più che leggermente scaldato. Io ho quindi conchiuso che ogni qualvolta possiamo formare un foco grande, siamo sicuri di ottenere effetti maggiori che con un piccolo, quantunque in tutti due l'intensità di luce sia eguale; e che un piccolo specchio ustorio non può giammai far l'effetto d'un grande, ed inoltre che con una minor intensità di luce, supposta sempre eguale la figura di due specchi, un grande deve produrre maggior effetto d'un piccolo. Questo, che come ognun vede, è direttamente opposto a quanto dice Cartesio, rimane confermato dalle sperienze riferite nella mia Memoria: io però non mi sono accontentato di sapere in maniera generale, che i grandi fochi agissero con maggior forza che i piccoli, ma ho determinato a un dipresso il grado di un tal accrescimento di forza, e l'ho scorto considerevolissimo; perciocchè ritrovai che, se in uno specchio per abbruciare è necessaria cento quarantaquattro volte la superficie d'un foco del diametro di sei linee, almeno il doppio richiedesi, cioè duecento ottantotto volte questa superficie, per ardere con un foco di due linee; e che a un foco di 6 pollici non è necessaria per abbruciare trenta volte questa stessa superficie, ciocchè come scorgesi, forma una differenza prodigiosa, la quale mi animò ad intraprendere il lavoro del mio specchio, intra-

presa che senza questo riflesso sarebbe stata temeraria, e senza riuscita. Imperocchè, supponiamo per un momento ch'io non avessi avuto tal cognizione dell'avvantaggio dei grandi fochi sui piccoli, ecco come sarei stato obbligato a ragionare. Poichè, acciò uno specchio arda in uno spazio di due linee è necessaria cento ottanta volte la superficie del foco, egualmente perchè esso arda nello spazio di 6 pollici, saranno necessarj duecento ottantotto cristalli o specchi di 6 pollici; e quindi per ardere solamente a 100 piedi, sarebbe stato mestieri d'uno specchio composto di circa mille duecento cinquantadue cristalli di 6 pollici. Questa grandezza enorme in confronto d'un piccolo effetto era più che bastevole a farmi abbandonare il mio progetto, se io conoscendo l'avvantaggio considerevole dei grandi fochi sui piccoli, il quale in questo caso è di 288 a 30, non avessi capito che con cento venti cristalli di 6 pollici, avrei certissimamente abbruciato a 100 piedi. Su quest' idea m' accinsi con fiducia alla costruzione del mio specchio, la quale, siccome è chiaro, suppone una teoria sì matematica, che fisica, molto diversa da quella che al primo colpo d'occhio immaginar si potesse.

Cartesio non doveva dunque affermare, che un piccolo specchio ustorio abbruciasse coll' egual violenza che un grande.

In appresso dice egli „ e uno specchio
„ ardente il cui diametro non è maggiore
„ che circa la centesima parte della distan-
„ za che passa tra esso, e il luogo in cui
„ devonsi riunire i raggi del Sole; cioè
„ uno specchio, il quale abbia con questa
„ distanza l'egual proporzione che il dia-
„ metro del Sole ha colla distanza ch' è
„ tra esso, e noi; questo specchio dissi,
„ quantunque levigato da un Angelo non
„ può far sì che i raggi ch' esso riunisce,
„ nel sito in cui li raduna, scaldino più di
„ quelli che vengono direttamente dal Sole,
„ il che intender devesi eziandio de' vetri
„ ardenti a proporzione: di quì voi potete
„ scorgere che quelli, i quali non sono
„ bene instrutti nell' Ottica lascinsi per-
„ suadere di parecchie cose, le quali sono
„ impossibili, e che questi specchi coi quali
„ s' è detto che Archimede abbruciasse de'
„ vascelli in grande lontananza dovevano
„ essere estremamente grandi, o piuttosto
„ ch' essi sono favolosi.

Io limiterò quì le mie riflessioni: se il nostro illustre Filosofo avesse saputo che ad eguale intensità di luce i grandi fochi abbruciano più dei piccoli, egli avrebbe assai diversamente giudicato, ed avrebbe posto una forte ristrizione a questa conclusione.

Ma prescindendo anche da questa cognizione che gli mancava, il suo ragionamen-

to è nient' affatto esatto; imperciocchè uno specchio ustorio, il cui diametro non è più grande che all' incirca la centesima parte di quello ch' è tra esso, ed il luogo ove deve riunire i raggi, non è più uno specchio ustorio, poichè il diametro dell' immagine è in questo caso quasi eguale al diametro dello specchio; e per conseguente non può riunire i raggi, siccome dice Cartesio, il quale sembra non aver capito che questo caso ridurre devesi a quello degli specchi piani. Ma inoltre non servendosi se non di quanto egli sapeva, ed avea preceduto, egli è chiaro che se avesse avuto riguardo all' effetto di questo preteso specchio ch' egli suppone levigato da un Angelo, e che non deve riunire, ma soltanto riflettere la luce con tanto di forza, quanto ne ha venendo direttamente dal Sole; avrebbe capito che gli sarebbe stato possibile di abbruciare a distanze grandi con uno specchio di mediocre grandezza, se fosse giunto a dare al medesimo la figura conveniente, perciocchè avrebbe ritrovato che in tale ipotesi, uno specchio di cinque piedi abbruciato avrebbe a più di ducento piedi, e che per ardere a questa distanza non è necessario sei volte il calor del Sole; e per egual ragione che uno specchio di sette piedi avrebbe abbruciato quasi a 400 piedi, ciò che non esige specchi grandi per modo, che possansi reputar favolosi.

Reſtami da oſſervare che Carteſio ignorava quante volte foſſe neceſſaria la luce per ardere; ch'egli non dice pur una parola degli ſpecchi piani; ch'egli era molto lontano dal ſupporre la meccanica, con cui eſſi potevanſi diſporre per abbruciare da lontano; e che per conſeguente egli ha deciſo ſenza avere ſufficienti cognizioni ſu queſta materia, e ſenza riflettere baſtevolmente a quanto ſapeva.

Del reſto io non ſono il primo a rimproverare in qualche maniera Carteſio ſopra queſto propoſito, quantunque acquiſtato ne abbia più che un altro il diritto. Imperocchè per non uſcire dal centro di queſta Compagnia [22] ritrovo che il Sig. de Fay s'è allontanato ben poco da quanto ne ho detto io ſteſſo. Ecco le ſue parole: *la quiſtione non è*, dice egli, *ſe un tale ſpecchio, il quale abbrucierebbe a ſeicento piedi ſia poſſibile o nò, ma ſolo ſe fiſicamente parlando ciò poſſa intravenire. Queſt' opinione è ſtata eſtremamente contraddetta, ed io devo porre Carteſio alla teſta di quelli che l'hanno combattuta.* Quantunque però il Sig. de Fay riguardaſſe la coſa come impoſſibile ad eſeguirſi, non ha tuttavia laſciato di capire che Carteſio non aveva avuto ragione di negarne la poſſibilità nella teoria. Io confeſſerò di buona

[22] L'Accademia Reale delle Scienze.

voglia che Cartesio s'accorse di ciò che succede alle immagini riflesse, o rifrante a differenti distanze, e che perciò la sua teoria è forse buona quanto quella del Sig. de Fay, il quale non l'ha dilucidata; ma le induzioni che Cartesio ne deduce sono troppo generali, e vaghe, e false le ultime conseguenze; poichè s'egli avesse ben capita tutta questa materia, invece di chiamar impossibile, e favoloso lo specchio d'Archimede, ecco ciò ch'egli avrebbe dovuto conchiudere dalla sua stessa teoria. Dappoichè uno specchio ustorio, il cui diametro non è grande più che la centesima parte della distanza che v'è tra il luogo ov'esso deve riunire i raggi del Sole, fosse pur anche levigato da un Angelo, non può far sì che i raggi dal medesimo riuniti, nel luogo in cui li riunisce riscaldino più di quelli che vengono direttamente dal Sole; questo specchio ustorio debb'essere considerato come uno specchio piano perfettamente levigato, e per conseguente, per ardere ad una distanza grande, richiedonsi tanti di questi specchi piani, quante volte la luce del Sole diretta è necessaria per abbruciare, talmente che gli specchi, de' quali dicesi che Archimede siasi servito per abbruciare da lontano i vascelli, doveano essere composti di specchi piani, de' quali almeno doveva essere necessario un numero eguale al numero

stione, affine di soddisfare con questa sola Memoria a tutte le opposizioni, e difficoltà che mi sono state fatte.

Io non pretendo di decidere assolutamente che Archimede siasi servito di simili specchi nell' assedio di Siracusa, e nemmeno ch' egli ne sia il ritrovatore, non avendoli io chiamati *specchi d'Archimede*, se non perchè essi erano da molti secoli conosciuti sotto questo nome. Gli Autori contemporanei, e quelli de' tempi posteriori a quello d'Archimede, i quali sono pervenuti fino a noi non fanno menzione di questi specchi. Tito Livio che si compiacque tanto di riferire cose maravigliose, non ne parla; Polibio, alla cui esattezza sfuggiti non sarebbero i grandi ritrovamenti, giacchè si fa carico di minutamente riferire i meno importanti, e descrive accuratamente le più leggieri circostanze dell' assedio di Siracusa, osserva un profondo silenzio per rapporto a questi specchi. Plutarco, quell' Autor grave, ed assennato, il quale ha riunito un sì gran numero di fatti particolari concernenti la vita d'Archimede, parla degli specchi tanto, quanto i due precedenti. Eccovi più che non abbisogna per credersi autorizzato a dubitare della verità di questa storia; ma queste non sono che testimonianze negative, le quali, quantunque non indifferenti, non possono mai indurre una probabilità

equivalente a quella d'una sola prova positiva.

Galeno che visse nel secondo secolo è il primo che ne ha parlato, e dopo aver raccontata la storia d'un uomo, il quale da lontano accese un mucchio di legno resinoso frammischiato di colombina, dice che questa è la maniera con cui Archimede arse i vascelli de' Romani; ma siccome questa maniera di ardere da lontano egli non la descrive bene, e la sua espressione può egualmente significare un fuoco ch' egli abbia vibrato colla mano, o per mezzo di qualche macchina, come una luce riflessa per mezzo di uno specchio, la sua testimonianza non è chiara quanto basti a potere su ciò conchiudere affermativamente. Tuttavia deve presumersi non senza grande probabilità, che non per altro motivo riferisca la storia di quest' uomo che ha abbruciato da lontano, se non perchè egli ciò abbia fatto per singolare modo; e siccome s' egli non avesse abbruciato se non lanciando il fuoco colla mano, o vibrandolo per mezzo d'una macchina, questa maniera d'ardere niente avrebbe avuto di straordinario; niente per conseguente che degno fosse d'osservazione, e che meritasse d'essere riferito, e paragonato a quello che aveva fatto Archimede, e quindi Galeno non ne avrebbe fatta menzione.

Noi abbiamo altresì simili testimonianze di due o tre altri Autori del terzo secolo, i quali soltanto asseriscono che Archimede arse da lontano i vascelli de' Romani, senza additare i mezzi di cui egli si servì; le testimonianze degli Autori del duodecimo secolo, e massime di Zonaras, e di Tzetzes da me citati non sono equivoche, cioè dimostranci chiaramente essere stato conosciuto dagli Antichi un tale ritrovamento, perciocchè la descrizione che ne fa quest' ultimo Autore, suppone necessariamente che o egli medesimo abbia ritrovata la maniera di costrurre questi specchi, o che appreso l'abbia, e tratto da qualche Autore, il quale ne avesse fatto un' esattissima descrizione, e che l'inventore, qualunque ei fosse, capisse a fondo la teoria di questi specchi, come risulta da quanto Tzetzes dice della figura di 24 angoli, o 24 lati che avevano i piccoli specchi, la quale è realmente la figura più vantaggiosa. Quindi non si può recar in dubbio che questi specchi non siano stati inventati, ed eseguiti altre volte, e l'autorità di Zonaras a proposito di Proclo, non è sospetta. *Proclo*, dice egli, *se ne servì nell' assedio di Costantinopoli l'anno* 514, *ed abbruciò la flotta di Vitaliano*. Inoltre mi sembra una specie di prova ciò che Zonaras aggiunge che Archimede fosse il primo ritrovatore di questi specchi, perciocchè pre-

cisamente dice che questa scoperta era antica, e che l'istorico Dione ne attribuisce l'onore ad Archimede che la fece, e se ne servì a danno de' Romani nell'assedio di Siracusa. I libri di Dione, ne' quali si fa menzione dell' assedio di Siracusa non sono pervenuti fino a noi, ma v'è molta apparenza che esistessero ancora a' tempi di Zonaras, senza di che egli non gli avrebbe citati, come ha fatto. Valutate tutte le probabilità dell' una parte e dell' altra, rimane una forte presunzione, che Archimede abbia di fatti inventati questi specchi, e siasene valso contro i Romani. Il fu Sig. Melot da me citato nella mia Memoria, il quale aveva a questo proposito fatte particolari, ed esattissime ricerche, era di questo sentimento, ed opinava che Archimede realmente abbruciato avesse i vascelli a mediocre distanza, e come dice Tzetzes, d'un tiro di freccia: questa distanza del tiro di freccia io l'ho valutato 150 piedi, dopo ciò che mi venne detto da uomini saggi versatissimi nella cognizione delle antiche costumanze, i quali mi assicurarono che ogni qualvolta negli Autori parlasi del tiro di freccia, intender devesi la distanza, alla quale un uomo lancia colla mano una freccia o un dardo; per lo che, se ciò è vero, io credo di aver data a questa distanza tutta l'estensione che può convenire.

Aggiungerò, che in nissuno Autore antico si move questione d'una distanza maggiore, come di tre stadj; ed io ho già detto che l'Autore che mi si era obbiettato, Diodoro di Sicilia, niente parla di ciò non meno che dell' assedio di Siracusa; e che ciò che rimanci di quest' Autore non passa oltre la guerra d'Ipso, e d'Antigono, la quale seguì circa sessant' anni prima dell' assedio di Siracusa. Non può dunque scusarsi Cartesio con supporre ch' egli abbia creduto che la distanza, alla quale si è preteso che Archimede avesse abbruciato, fosse grandissima, per esempio di tre stadj, poichè ciò non leggesi in alcun Autore antico, dove al contrario ritrovasi in Tzetzes, che questa distanza non era maggiore del tiro di freccia. Io sono tuttavia convinto che Cartesio abbia riguardata come molto grande questa stessa distanza, e ch' egli fosse persuaso non essere possibile di fare specchi per ardere a 150 piedi, e finalmente che per questa ragione reputasse favolosi quelli d'Archimede.

Del resto gli effetti dello specchio ch' io ho costrutto non devono risguardarsi se non come sperienze, sulle quali possonsi con verità determinare sicuramente tutte le proporzioni, ma che non dobbiamo considerare come i più grandi effetti possibili; imperciocchè io sono persuaso, che se far si

volesse con tutte le necessarie attenzioni uno specchio simile, esso produrrebbe più del doppio dell'effetto: la prima cautela sarebbe di scegliere cristalli di figura esagona, od anche di 24 lati invece di prenderli bislunghi come quelli de' quali io mi sono servito, e ciò affine di avere delle figure che potessero combinarsi senza lasciare grandi intervalli, e che nel tempo stesso s'accostassero alla figura circolare; la seconda sarebbe di far levigare all'ultimo grado questi cristalli da un Occhialaio, invece di adoperarli tal quali escono dalla fabbrica, dove, siccome per levigarli si adopra una porzione di cerchio, i cristalli sono sempre alquanto concavi, ed irregolari; la terza attenzione sarebbe di scegliere fra un gran numero di cristalli quelli che ad una distanza grande siano per presentare un' immagine più viva, e meglio compita, il che è estremamente importante, e a tal segno che nel mio specchio sonvi de' cristalli, i quali soli producono tre volte più effetto degli altri a distanza grande, quantunque a piccola distanza, come di 20 o 25 piedi l'effetto sembri assolutamente lo stesso. Quarto, per ardere a 150 o 200 piedi sarebbero necessarj cristalli d'un mezzo piede di superficie tutt'al più, e d'un piede di superficie per ardere a 300 o 400 piedi. Quinto, sarebbe mestieri di farli stagnare con mag-

gior cura che non si ha ordinariamente: io ho osservato che in generale i cristalli stagnati di fresco riflettono maggior luce di quelli che sono stagnati da molto tempo; imperciocchè la stagnatura riseccando si stacca, si divide, e lascia de' piccoli intervalli che riconosconsi guardandovi da vicino con una lente, e questi piccoli intervalli, lasciando il passaggio alla luce, fanno sì che il cristallo ne rifletta tanto meno. Potrebbesi trovare la maniera di fare una migliore stagnatura, e a tanto credo che si giungerebbe adoperando dell' oro, e dell' argento vivo: la luce con questa riflessione sarebbe forse alquanto più gialla, ma ciò ben lungi dall' apportare svantaggio, penso anzi che recherebbe dell' utile, perciocchè i raggi gialli sono quelli che feriscono più fortemente la retina, ed abbruciano più violentemente, siccome io credo d' essermene assicurato con riunire per mezzo d' un vetro lenticolare una quantità di raggi gialli somministratimi da un gran prisma, e con paragonare la loro azione con una quantità di raggi d' ogn' altro colore, riuniti dallo stesso vetro lenticolare, e presentati dallo stesso prisma.

Sesto, vi vorrebbe un telaio di ferro, e delle viti di rame, ed una mola per trattenere ciascuna delle piccole tavole che sostengono i cristalli, e tutto questo conforme al modello ch' io ho fatto eseguire dal

Sig. Chopitel, affinchè il diseccamento, e l'umidità che agiscono sul telaio, e sulle viti in legno non cagionassero alcun' inconveniente, e il fuoco una volta formato non fosse soggetto ad allargarsi ed a disfestarsi, allorquando lo specchio si fa girare sul suo perno, o muovere intorno al suo asse per tener dietro al Sole; sarebbe altresì necessario aggiungervi un' alidada con due traguardi al mezzo della parte inferiore del telaio, affine di assicurarsi della positura dello specchio per riguardo al Sole, ed un' altra alidada simile, ma in un piano verticale al piano della prima per seguitare le differenti altezze del Sole.

Per mezzo di tutte queste attenzioni, per l'esperienza che ho acquistata servendomi del mio specchio, credo di poter assicurare che la grandezza del medesimo ridurre potrebbesi alla metà, e che invece dello specchio di sette piedi, col quale io abbruciai del legno a 150 piedi si otterebbe lo stesso effetto con uno specchio di cinque piedi e mezzo; grandezza, la quale, come scorgesi, non è che moltissimo mediocre in confronto d'un effetto grandissimo. Egualmente credo di poter assicurare che per ardere a 100 piedi non vi vorrebbe più che uno specchio di quattro piedi e mezzo, e che uno di tre piedi e mezzo abbrucierebbe a 60 piedi, distanza assai considere-

vole in paragone del diametro dello specchio.

Con una unione di piccoli specchi piani essagoni, e d'acciaio levigato, i quali sarebbero più sodi, e più durevoli de' vetri stagnati, senza essere soggetti alle alterazioni che la luce del Sole coll' andar del tempo cagiona alla stagnatura, noi potremmo ottenere effetti utilissimi, i quali compenserebbero largamente le spese della costruzion dello specchio.

1.° Per tutti gli svaporamenti dell' acque salate, per i quali noi siamo obbligati di consumare legna, e carbone, o di usar l'arte delle fabbriche, nelle quali si fa svaporare l'acqua in cui è disciolto il sale, la quale costa molto più della costruzione di molti specchi tal quali io li propongo. Per lo svaporamento dell' acque salate non richiederebbesi più che un' unione di dodici specchi piani, ciascuno d'un piede quadrato; perciocchè il calore ch' essi rifletteranno al loro foco, quantunque diretto al disotto del loro livello, e alla distanza di 15 o 16 piedi, sarà tuttavia bastante a far bollir l'acqua, e per conseguente a produrre un pronto svaporamento, giacchè il calore dell' acqua bollente non è che il triplo del calore del Sole d'estate: e siccome il riflettersi d'una superficie piana ben levigata diminuisce soltanto la metà del ca-

lore, soli sei specchi sarebbero necessarj per produrre nel punto di concorso un calore eguale a quello dell' acqua bollente; ma io ne raddoppio il numero affinchè comunichisi più prontamente il calore, ed in compenso alla perdita che cagiona l'obbliquità, colla quale il fascetto della luce cade sulla superficie dell' acqua che si vuol fare svaporare, e sì ancora perchè l' acqua salata più lentamente riscaldasi dell' acqua dolce. Questo specchio che tutt' insieme verrebbe a formare un quadrato di quattro piedi di larghezza sopra tre d' altezza, sarebbe comodo da maneggiarsi, e da trasportarsi: che se raddoppiare, o triplicare se ne volessero nel tempo stesso gli effetti, tornerebbe meglio il fare molti specchi simili, cioè raddoppiare o triplicare il numero di questi medesimi specchi di quattro piedi sopra tre, che non l'accrescerne l'estensione; imperciocchè non potendo l'acqua ricevere il calore oltre un certo determinato grado, quasi nissun vantaggio riporterebbesi dall' aumentare questo grado, e per conseguente la grandezza dello specchio; laddove formando due fochi con due specchi eguali, l'effetto dello svaporamento raddoppierassi, e triplicherassi per mezzo di tre specchi, i fochi de' quali cadranno separatamente gli uni dagli altri sulla superficie dell' acqua che si vuol fare svaporare. Del resto è ine-

vitabile la perdita che cagiona l'obbliquità, alla quale volendo non si può rimediare se non con una perdita ancora maggiore, ricevendo prima i raggi del Sole su d'un gran cristallo, il quale li rifletterebbe sullo specchio tagliato, perciocchè allora questo arderebbe al basso invece di ardere in alto, ma perderebbe metà del calore nella prima riflessione, e metà del resto nella seconda, di maniera che invece di sei piccoli specchi, ve ne vorrebbero dodici per ottenere un calor eguale a quello dell' acqua bollente.

Perchè lo svaporamento succeda più felicemente, bisognerà diminuire quanto sarà possibile l'altezza dell' acqua. Una massa d'acqua d'un piede d'altezza non isvaporerà così presto come la stessa massa ridotta a sei pollici d'altezza, ed accresciuta del doppio in superficie. Altronde quanto più il fondo è vicino alla superficie, altrettanto più prontamente riscaldasi, e questo calore che il fondo del vaso riceve, contribuisce eziandio alla prontezza dello svaporamento.

2.° Noi potremo utilmente servirci di questi specchi per calcinare i gessi ed anche le pietre calcaree, ma vi vorrebbero più grandi, e le materie dovrebbero collocarsi in alto, affine di non avere alcuna perdita per cagione dell' obbliquità della luce. Dalle

sperienze riferite nella seconda di queste Memorie abbiamo veduto che il gesso riscaldasi più d'una volta più presto della pietra calcaria tenera, e quasi due volte più presto del marmo, o della pietra calcaria dura; e la rispettiva loro calcinazione deve essere nella ragione medesima. Inoltre da una sperienza ripetuta tre volte, compresi che per calcinare il gesso bianco, che chiamasi *alabastro* è necessario un calore alquanto maggiore, che per fondere il piombo. Ora, siccome il calore necessario per fondere il piombo è, secondo le sperienze di Newton, otto volte maggiore del calore del Sole d'estate, così almeno sedici piccoli specchi richiederebbonsi per calcinare il gesso; ed a motivo delle perdite cagionate dall'obbliquità della luce non meno che dall'irregolarità del foco, che non si potrà spingere oltre quindici piedi, io presumo che vi vorranno venti, e forse ventiquattro specchi, ciascuno d'un piede quadrato, per calcinare in poco tempo il gesso: che per conseguente necessaria sarebbe un'unione di quarantotto di questi piccoli specchi per la calcinazione della pietra calcaria più tenera, e settantadue de' medesimi piccoli specchi d'un piede in quadrato per calcinare le pietre calcarie dure. Ora uno specchio di dodici piedi di larghezza sopra sei piedi d'altezza non lascia d'essere una grof-

sa macchina imbarazzante, e difficile da movere, montare, e trattenere. Tuttavia queste difficoltà supererebbonsi, se il prodotto della calcinazione fosse considerevole abbastanza per equivalere, ed anche oltrepassare la spesa del consumo della legna: per accertarsi di ciò, converrebbe incominciare dal calcinare il gesso con uno specchio di ventiquattro pezzi, e se questo riuscisse, far due altri specchi simili invece d'un grande di settantadue pezzi; imperciocchè con far coincidere i fachi di questi tre specchi di ventiquattro pezzi si produrrà un egual calore, il quale sarà bastante a calcinare il marmo, o la pietra dura.

Ma rimane in dubbio una cosa essenzialissima, ch'è di sapere quanto tempo abbisognerebbe per calcinare, per esempio un piede cubo di materia, massimamente se questo piede cubo non fosse percosso dal calore se non per un lato. Io vedo che vi vorrebbe del tempo prima che il calore penetrasse tutta la sua grossezza, e che in tutto questo tempo se ne disperderebbe una parte assai grande, la quale uscirebbe da questa massa poco dopo esservi entrata; temo quindi assai che non essendo la pietra occupata ad un tratto, e in tutt'i lati dal calore, la calcinazione sarebbe lentissima, e piccolissimo il prodotto. In questo caso la sola sperienza può decidere; ma bisogne-

rebbe tentarla almeno colle materie gessose, la calcinazione delle quali debb' essere una volta più pronta di quella delle altre materie calcarie [23].

Concentrando questo calore del Sole in un forno, il quale non avesse altra apertura che quella che lasciasse entrar la luce, impedirebbesi in gran parte il dissipamento del calore; e frammischiando alle pietre calcarie una piccola quantità di argilla unita a polvere di carbone, che fra tutte le materie combustibili è la meno dispendiosa, questa leggiere quantità d'alimenti basterebbe a mantenere, ed accrescere di molto la quantità di calore, da cui otterrebbesi una più ampia e più pronta calcinazione, e con pochissima spesa, come s'è veduto nella seconda sperienza della quarta Memoria.

3.° Questi specchi d'Archimede possono realmente servire per mettere il fuoco nelle vele de' vascelli, ed anche ne' legni inca-

tra-

[23] E' recentemente uscita una piccol Opera piena di grandi lumi, del Sig. Abate Scipione Bexan, la quale ha per titolo: *Sistema della fecondazione*. Egli propone i miei specchi come un mezzo facile per ridurre in calce tutte le materie, ma il medesimo attribuisce loro più di potenza di quel che abbiano realmente, perciocciocchè i grandi effetti de' quali egli lusingasi non potrebbonsi ottenere se non col moltiplicarli.

tramati, alla distanza di più di 150 piedi: potrebbonsi eziandio adoperare contro i nemici per arderne le biade, e le altre produzioni della terra, e quest' effetto che otterrebbesi assai prontamente, sarebbe pregiudicevolissimo: ma non occupiamoci nel ricercare i mezzi di far del male, e pensiamo piuttosto a quelli, che possono procurar qualche bene all' umanità.

4.° Questi specchi somministrano il solo ed unico mezzo di misurare esattamente il calore: egli è evidente che due specchi, le immagini luminose de' quali si riuniscono, producono un calore doppio in tutt' i punti della superficie ch' esse occupano; che tre, quattro, cinque, ec. specchi produrranno per egual modo un calore triplo, quadruplo, quintuplo ec., e che per conseguente con questo mezzo si può fare un termometro, di cui le divisioni non saranno arbitrarie, nè diverse le scale, come sono quelle di tutt' i termometri de' quali ci siamo serviti fino al dì d' oggi. Nella costruzione di questo termometro altro non vi sarebbe d' arbitrario, se non la supposizione del numero totale delle parti del mercurio, incominciando dal grado del freddo assoluto; ma prendendolo a 10000 al disotto della congelazione dell' acqua, invece di 1000, come ne' nostri termometri ordinarj, noi ci avvicineremmo molto alla realtà, massime sce-

gliendo le giornate dell' inverno più fredde, per graduare il termometro; imperciocchè ciascuna immagine del Sole comunicherebbe al medesimo un grado di calore al disopra della temperatura, che noi supporremo superiore a quello del ghiaccio. Il punto a cui il mercurio solleverebbesi per mezzo del calore della prima immagine del Sole, sarebbe segnato 1; il punto a cui innalzerassi mercè il calore di due immagini eguali, e riunite sarà segnato 2; quello a cui verrà alzato da tre immagini sarà segnato 3, e così di seguito fino alla più grande altezza, la quale estendere si potrebbe perfino al grado 36. A questo grado avrebbesi un aumento di calore trentasei volte maggiore di quello del primo grado; diciotto volte maggiore di quello del secondo; dodici volte maggiore di quello del terzo; nove volte maggiore di quello del quarto ec. Quest' aumento di calore al grado 36 al di sopra di quello del ghiaccio sarebbe bastevole a fondere il piombo, e secondo ogni apparenza, il mercurio, il quale ad un calore assai minore si volatilizza, sarebbe col suo vapore rompere il termometro. Questa divisione dunque non potrà estendersi fino alli 12, e forse anche alli 9 gradi, se per quali termometri ci serviamo del mercurio; e con questo mezzo avremo soltanto i gradi d' un aumento di calore fino

alli 9. Questa è una delle ragioni che avevano determinato Newton a servirsi dell' olio di lino invece del mercurio, e di fatti usando di questo liquore, potrebbesi estendere la divisione non solo ai 12 gradi, ma fino al punto di quest' olio bollente. Io non progetto di riempiere questi termometri collo spirito di vino colorato; poichè si sa universalmente che un tal liquore scomponesi in assai poco tempo [24], e che altronde esso non può servire alle sperienze d'un calore alquanto forte.

Allorchè sulla scala di questi termometri riempiti d'olio, o di mercurio, si faranno segnate le prime divisioni 1, 2, 3, 4 ec., le quali indicheranno il doppio, il triplo, il quadrato ec. degli aumenti del calore, bisognerà cercare le parti aliquote di ciascuna divisione, per esempio i segni del $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{4}$, $3\frac{1}{4}$ ec., o del $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ ec., e del $1\frac{3}{4}$, $2\frac{3}{4}$, $3\frac{3}{4}$ ec., il che otterassi con un mezzo facile, cioè con coprire la metà, o il quarto, oppure i tre quarti della superficie d'uno de' piccoli specchi; perciocchè allora l'im-

[24] Molti Viaggiatori mi hanno scritto che i termometri di Reaumur fatti collo spirito di vino eran diventati per loro del tutto inutili, a motivo che questo liquore scolorasi, e caricasi in pochissimo tempo d'una specie di feccia.

magine da esso riflessa, non conterrà se non il quarto, la metà, o li tre quarti del calore contenuto nell' immagine intera; e per conseguente le divisioni delle parti aliquote saranno esatte quanto quelle de' numeri interi.

Riuscendosi una volta di fare questo termometro reale, ch' io così chiamo, perchè indicherebbe realmente la proporzione del calore, tutti gli altri termometri, le di cui scale sono arbitrarie, e differenti tra loro, diverrebbero non solamente superflui, ma eziandio in molti casi pregiudicevoli alla precisione delle fisiche verità che ricercansi colla scorta de' medesimi. Noi possiamo richiamarci alla mente l'esempio che ne ho dato parlando della quantità del calore che emana dal globo della terra paragonato a quello che ci viene dal Sole.

5. Per mezzo di questi specchi tagliati potrannosi agevolmente raccogliere nell' intera loro purezza le parti volatili dell' oro, dell' argento, e degli altri metalli, e minerali; perciocchè presentando al largo foco di questi specchi una grande piastra di metallo come un piatto d'argento, scorgerassi uscirne un fumo abbondantissimo per un tempo considerevole fino al momento, in cui il metallo passa in fusione; e comunicando soltanto un calore alquanto minore di quello che per la fusione ricercasi, si farà

svaporare il metallo a segno di diminuirne assai notabilmente il peso. Io mi sono accertato di questo primo fatto, il quale può somministrare de' lumi per la composizione intima de' metalli: avrei eziandio desiderato di raccogliere questo vapore copioso che il fuoco puro del Sole traeva dal metallo, ma siccome non avevo gli stromenti necessarj, quindi non posso che raccomandare ai Chimici, ed ai Fisici di proseguire questa importante sperienza, i risultati della quale saranno tanto meno equivoci quanto più puro è in questo caso il vapore metallico, il quale in ogni altra simile operazione, che far si volesse col fuoco comune, sarebbe necessariamente frammischiato ad altri vapori provenienti dalle materie combustibili che servono d'alimento a questo fuoco.

Altronde questo è forse l'unico mezzo che noi abbiamo di volatilizzare i metalli fissi, come l'oro, e l'argento: imperciocchè io presumo che questo vapore che ho veduto alzarsi in quantità così grande da questi metalli scaldati al largo foco del mio specchio, non è acqua nè alcun' altro liquore, ma bensì una porzione delle parti medesime del metallo, che il calore ne distacca volatilizzandolo. Ricevendo quindi i vapori puri de' differenti metalli, potrebbesi mischiarli insieme, e fare con tal mezzo leghe più intime, e più pure che non ot-

tengonsi dalla fusione, e dalla mescolanza de' medesimi metalli fusi, i quali non s'uniscono mai perfettamente a motivo dell'ineguaglianza del loro peso specifico, e per parecchie altre circostanze opponentisi all' intima unione, ed alla perfetta eguaglianza del misto; e siccome le particelle constituenti questi vapori metallici ritrovansi in uno stato di divisione molto maggiore che nello stato di fusione, esse più facilmente unirannosi, ed avvicinerannosi assai più. Finalmente per tal mezzo arriveremo forse al conoscimento d'un fatto generale, ch'io per molte buone ragioni m'ero indotto a supporre già da molto tempo, cioè che in tutte le leghe fatte a questo modo vi sarebbe penetrazione, e che il loro peso specifico sarebbe sempre maggiore della somma de' pesi specifici delle materie onde fossero composte; perciocchè la penetrazione non è che un grado maggiore d'intima unione, la quale, pari essendo tutte l'altre circostanze, sarà altrettanto più intima quanto più perfetto sarà lo stato di divisione nelle materie.

Riflettendo all' apparecchio de' vasi, che impiegar dovrebbonsi a ricevere, e raccogliere questi vapori metallici, mi venne un pensiero che mi sembra troppo utile per non pubblicarlo, ed eziandio troppo facile a realizzare, perchè i buoni Chimici non

lo comprendano tosto. Ad alcuni tra questi ho comunicato questa mia idea, e mi parve che ne rimanessero soddisfatti. Essa consiste in far agghiacciare il mercurio nel nostro clima, e con un grado di freddo molto minore di quello delle sperienze di Pietroburgo, o di Siberia: per ciò ottenere basta ricevere il vapore del mercurio, ch'è il mercurio stesso volatilizzato da un calor minimo in una cucurbita, o in un vase, al quale comunicherassi un grado di freddo artifiziale; questo mercurio in vapore, cioè estremamente diviso, per l'azione di questo freddo presenterà delle superficie sì grandi, e masse così piccole, che invece delli 187 gradi di freddo che richiedonsi per agghiacciare il mercurio in massa, non ne abbisogneranno che 18 o 20 gradi, e fors' anche meno per agghiacciarlo quand'è in vapori. Esorto a quest' importante sperienza tutti quelli che di buona fede occupansi pel progresso delle Scienze.

A questi usi principali dello specchio d'Archimede potrei aggiungerne molt' altri particolari, ma ho creduto dovermi accontentare di quelli, i quali e più utili mi sono sembrati, e meno difficili a ridursi in pratica. Ciò non ostante penso dover unire quì alcune sperienze da me fatte sulla trasmissione della luce attraverso ai corpi trasparenti, e dare nel tempo stesso alcune idee

nuove sui mezzi di distinguere da lontano gli oggetti a occhio nudo, o per mezzo d'un solo specchio simile a quello, di cui hanno parlato gli Antichi, col quale dal porto d'Alessandria scorgevano i vascelli tanto da lontano, quanto l'incurvatura della Terra poteva permettere.

Tutt'i Fisici presentemente sanno che sonovi tre cause, le quali impediscono alla luce di riunirsi in un punto, allorchè i suoi raggi hanno attraversato il vetro obbiettivo d'un cannocchiale ordinario. La prima si è la sferica curvatura di questo vetro, la quale tramanda una parte di questi raggi in uno spazio terminato da uua curva. La seconda è l'angolo, sotto il quale l'oggetto che noi osserviamo ci apparisce ad occhio semplice; perciocchè la larghezza del foco dell' obbiettivo ha sempre a un gran dipresso per diametro una linea eguale alla corda dell' arco che misura quest' angolo: la terza è la diversa rifrangibilità della luce; perciocchè i raggi più rifrangibili non riunisconsi nel luogo stesso in cui radunansi i meno rifrangibili.

Noi possiamo rimediare all' effetto della prima cagione, con sostituire, siccome ha proposto Cartesio, de' vetri ellittici o iperbolici ai vetri sferici: si rimedia all'effetto della seconda per mezzo d'un secondo vetro collocato al foco dell' obbiettivo, il cui

diametro è pressochè eguale alla larghezza di questo foco, e la cui superficie è lavorata su d'una sfera d'un raggio molto corto. Si è a dì nostri trovata la maniera di rimediare anche alla terza con fare de' cannocchiali che chiamansi *acromatici*, i quali sono composti di due sorta di vetri, e dispergono diversamente i raggi colorati per modo che la dispersione dell' uno è corretta dalla dispersione dell' altro, senza che la rifrazione generale media, che constituisce il cannocchiale, venga annichilata. Un cannocchiale di 3 piedi e mezzo di lunghezza, fatto su questi principj, equivale nell' effetto agli antichi cannocchiali di 25 piedi di lunghezza.

Del resto il rimedio all' effetto della prima causa è rimasto del tutto inutile fino al dì d'oggi, perchè essendo molto più considerevole l'effetto dell' ultima, esso influisce cotanto sull' effetto totale, che nissun' avvantaggio trar si poteva dal sostituire vetri iperbolici, o ellittici a vetri sferici, sostituzione che non poteva diventar utile se non nel caso, che ritrovato fossesi il mezzo di correggere l'effetto della differente rifrangibilità de' raggi della luce: par dunque che presentemente sarebbe ben fatto a combinare i due mezzi, e sostituire ne' cannocchiali acromatici de' vetri ellittici agli sferici.

A rendere ciò più sensibile, supponiamo che l'oggetto che osservasi sia un punto luminoso senza estensione, com'è una stella fissa rapporto a noi; egli è certo che con un obbiettivo, per esempio di 30 piedi di foco, tutte le immagini di questo punto luminoso allargherannosi in forma di curva al foco di questo vetro s'esso è lavorato su d'una sfera, ed all' opposito si raduneranno in un punto, se questo vetro è iperbolico; ma se l'oggetto che osservasi ha una certa estensione, come la Luna, che occupa a' nostr'occhi circa un mezzo grado di spazio, allora l'immagine di quest'oggetto occuperà uno spazio di circa tre pollici di diametro al foco dell'obbiettivo di 30 piedi, e l'aberrazione cagionata dalla sfericità, producendo una confusione in un punto luminoso qualunque, la produce egualmente su tutt'i punti luminosi del disco della Luna, e per conseguente la disfigura interamente. Dunque in ogni caso, poichè s'è ritrovata la maniera di correggere in gran parte il cattivo effetto prodotto dalla differente rifrangibilità de' raggi, sarà molto utile il servirsi di vetri ellittici o iperbolici per i cannocchiali lunghi.

Da quanto abbiam detto ne segue, che se si vuol fare un cannochiale di 30 piedi per osservare la Luna, e vederla interamente, il vetro oculare deve avere almeno 3

pollici di diametro per raccogliere intera l'immagine, che l'obbiettivo produce nel suo foco; e che volendosi osservare quest' astro con un cannocchiale di 60 piedi, l'oculare dovrebbe avere almeno sei pollici di diametro, perchè la corda dell'arco che misura l'angolo sotto il quale a noi compare la Luna, in questo caso è di tre pollici, e di sei pollici presso a poco; quindi gli Astronomi non si valgono mai di cannocchiali che racchiudono l'intero disco della Luna, perch'essi ringrandirebbero troppo poco: ma se si vuole osservare Venere con un cannocchiale di 60 piedi, siccome l'angolo sotto il quale essa a noi apparisce non è che di 60 secondi circa, il vetro oculare potrà non avere che 4 linee di diametro, e servendoci d'un obbiettivo di 120 piedi, un oculare di 120 piedi basterà per riunire intera l'immagine, che l'obbiettivo forma nel suo foco.

Da quì deriva che, quand'anche i raggi di luce fossero egualmente rifrangibili, non potremmo formare de' cannocchiali buoni per vedere la Luna interamente, come per veder gli altri pianeti; e che quanto più un pianeta è piccolo a' nostr'occhi, tanto più noi possiamo accrescere la lunghezza del cannocchiale per poterlo interamente vedere. Per altro scorgesi bene che in questa medesima supposizione de' raggi egual-

mente rifrangibili, debb' effervi una certa determinata lunghezza più avvantaggiofa di qualunque altra per un tale, o tal' altro pianeta, e che quefta lunghezza del cannocchiale dipende non folo dall' angolo, fotto il quale il pianeta rapprefentafi ai noftri occhi, ma ancora dalla quantità di luce che lo illumina.

Ne' cannocchiali ordinarj, effendo diverfamente rifrangibili i raggi della luce, tutto ciò che far potrebbefi a quefto riguardo per perfezionarli non farebbe molto vantaggiofo, perchè, fotto qualunque angolo prefentifi al noftro occhio l'oggetto, o l'aftro che noi vogliamo offervare, e qualunque intenfità di luce poffa il medefimo avere, i raggi non fi raduneranno mai nel medefimo fito; poichè quanto più il cannocchiale farà lungo, tanto più d'intervallo [25] faravvi tra il foco de' raggi roffi, e quello de' raggi violati, e per confeguente tanto più confufa farà l'immagine dell' oggetto che offervafi.

Non fi può dunque perfezionare i cannocchiali per rifrazione, fe non con procurare, come s'è fatto, i mezzi di correggere quell' effetto della differente rifrangibilità, offia componendo il cannocchiale di

[25] Queft' intervallo è d'un piede fopra 27 di foco.

vetri di differente grossezza, ossia con altri mezzi particolari, i quali saranno diversi secondo i diversi oggetti, e le diverse circostanze: supponiamo per esempio un corto cannocchiale composto di due vetri, uno convesso, l'altro concavo di due lati, egli è certo che questo cannocchiale può ridursi ad un altro, i due vetri del quale siano piani dall' un lato, e lavorati dall' altro sopra sfere, il raggio delle quali fosse una volta più corto di quello delle sfere, sulle quali fossero stati lavorati i vetri del primo cannocchiale. Ora per ischivare una gran parte dell' effetto della diversa rifrangibilità de' raggi si può fare questo secondo cannocchiale d'un sol pezzo di vetro massiccio, siccome io lo feci eseguire con due pezzi di vetro bianco, l'uno di due pollici e mezzo di lunghezza, e l'altro d'un pollice e mezzo; ma allora la perdita della trasparenza è un inconveniente ancora più grande di quello della diversa rifrangibilità che con tal mezzo correggesi; imperciocchè questi due piccoli cannocchiali di vetro massicci sono più oscuri d'un piccolo cannocchiale ordinario dello stesso vetro, e delle stesse dimensioni; e quantunque essi ci presentino meno d'iride non sono perciò migliori: che se poi si facessero più lunghi, sempre con vetro massiccio, la luce, dopo avere attraversata la grossezza di questo ve-

tro, non avrebbe più forza baſtevole a dipingere nel noſtro occhio l'immagine dell' oggetto. Quindi per fare cannocchiali di 10 o 20 piedi, io non vedo che l'acqua che abbia traſparenza baſtevole per laſciare il paſſaggio alla luce, ſenza che venga interamente ſpenta in queſta grande groſſezza: dunque ſervendoci dell'acqua per riempiere l'intervallo tra l'obbiettivo, e l'oculare, noi diminuiremo in parte l'effetto della differente rifrangibilità [26], perchè quella dell'acqua s'accoſta più a quella del vetro, che non quella dell'aria; e ſe col caricare l'acqua de' differenti ſali comunicar ſi poteſſe alla medeſima un grado di potenza refringente eguale a quello del vetro, non è da dubitare che con tal mezzo correggerebbeſi anche più l'effetto della diverſa ri-

[26] Il Sig. de la Lande, uno de' noſtri più bravi Aſtronomi, dopo d'aver letto queſt' articolo, ha voluto comunicarmi alcune riflesſioni, che mi parvero giuſtiſſime, e delle quali io ho approfittato. Solo io non ſono del ſuo ſentimento riguardo a queſti cannocchiali riempiti d'acqua; egli crede, *che diminuirebbeſi pochiſſimo la differente rifrangibilità, perchè l'acqua diſperde i raggi colorati in maniera diverſa del vetro, e perchè vi avrebbero de' colori provenienti dall'acqua, ed altri dal vetro*. Ma ſervendoci del vetro men denſo, ed accreſcendo coi ſali la denſità dell' acqua, ci accoſteremmo aſſaiſſimo alla loro potenza rifrattiva.

frangibilità de' raggi. Tratterebbesi dunque di adoperare un liquor trasparente, il quale avesse presso a poco la stessa potenza rifrangibile che ha il vetro; imperciocchè allora i due vetri con questo liquore frammezzo correggeranno in parte l'effetto della differente rifrangibilità de' raggi nella maniera stessa ch'essa viene corretta nel piccolo cannocchiale massiccio, di cui ho parlato or ora.

Secondo le sperienze del Sig. Bouguer una linea di grossezza nel vetro distrugge $\frac{2}{7}$ della luce, la di cui diminuzione per conseguente farebbesi nella seguente proporzione.

Grossezza 1, 2, 3, 4, 5, 6 linee.

Diminuz. $\frac{2}{7}$, $\frac{10}{49}$, $\frac{50}{343}$, $\frac{250}{2401}$, $\frac{1250}{16807}$, $\frac{6250}{117649}$, di maniera che nella somma di questi sei termini troverebbesi che la luce, la quale passa attraverso a sei linee di vetro, avrebbe di già perduto $\frac{102024}{117649}$, cioè $\frac{10}{11}$ circa della sua quantità. Ma bisogna considerare, che il Sig. Bouguer s'è valso di vetri ben poco trasparenti, poichè egli ha veduto che una linea di grossezza in questi vetri distruggeva $\frac{2}{7}$ di luce. Per mezzo delle sperienze da me fatte sulle diverse specie di vetro bianco m'è sembrato che la luce diminuisse assai meno: ecco queste sperienze che sono molto facili a farsi, e tutto il Mondo è in istato di ripeterle.

In una camera oscura, i di cui muri erano anneriti, della quale mi servivo per fare delle sperienze di Ottica, ho fatto accendere una candela di cera d'un quinto di libbra: la camera era assai vasta, e non illuminata da altra luce, dalla candela infuori. Incominciai a cercare a qual distanza io potessi leggere al lume di questa candela un caratrere stampato, come quello della gazzetta d'Olanda, ed ho trovato che leggevo assai facilmente questo carattere a 24 piedi, e 4 pollici di distanza dalla candela. Collocato in seguito avanti alla candela alla distanza di due pollici un pezzo di vetro tratto da un cristallo di Saint-Gobin, ridotto alla grossezza d'una linea, ritrovai che leggevo ancora con eguale facilità alla distanza di 22 piedi, e 9 pollici, e sostituendo a questo cristallo d'una linea di grossezza un altro pezzo della stessa sorte della grossezza di 2 linee, ho letto con eguale facilità alla distanza di 21 piedi dalla candela. Due di questi stessi cristalli di 2 linee di grossezza uniti l'un contro l'altro, e posti avanti alla candela diminuironmi la luce, a segno che non potei leggere colla stessa facilità, se non a 17 piedi e mezzo di distanza dalla candela. E finalmente con tre cristalli, ciascuno di 2 linee di grossezza, non ho letto che alla distanza di 15 piedi. Ora la luce della candela, diminuen-

dosi in proporzione che s'accresce il quadrato della distanza, la sua diminuzione, se non vi fossero stati trammezzo i cristalli sarebbe stata nella progressione seguente.

$\overline{24\frac{1}{3}}^2. \ \overline{22\frac{3}{4}}^2. \ \overline{21}^2. \ \overline{17\frac{1}{2}}^2. \ \overline{15}^2.$, oppure

$592\frac{1}{9}. \ 517\frac{9}{16}. \ 441. \ 306\frac{1}{4}. \ 225.$

Dunque le perdite della luce per l'interponimento de' cristalli sono nella progressione seguente, $84\frac{79}{144}$, 151, $285\frac{7}{9}$. $367\frac{1}{4}$.

Donde conchiuder devesi che una linea di grossezza in questo vetro, non diminuisce la luce più che di $\frac{84}{592}$ o circa $\frac{1}{7}$; che due linee di grossezza la diminuiscono di $\frac{151}{592}$, e quasi $\frac{1}{4}$, e tre cristalli di due linee di $\frac{367}{592}$, cioè meno di $\frac{5}{8}$.

Siccome un tal risultato è differentissimo da quello del Sig. Bouguer, ed io non avevo alcun riflesso a dubitare della verità delle sue sperienze, ho ripetute le mie valendomi di vetro comune di cui ne scelsi alcuni pezzi di grossezza eguale, ciascuno di $\frac{3}{4}$ di linea. Dopo d'aver letto medesimamente alla distanza di 24 piedi, e 4 pollici della candela, l'interponimento d'uno di questi pezzi di vetro mi fece ravvicinare fino a 21 piedi e mezzo; con due pezzi interposti, ed applicati l'uno sopra l'altro, io non potevo più leggere che a 18 piedi

somma de' primi sei termini è $\frac{144405}{262144}$. Dunque la luce coll' attraversare un vetro di Boemia della grossezza di sei linee non diminuisce che un poco più della metà, e questa disperderebbesi anche meno, se invece di tre pezzi di due linee applicati l'un sopra l'altro non avesse ad attraversarne che due di sei linee di grossezza.

Col vetro ch' io ho fatto fondere in massa grossa, ho veduto che la luce non perdeva più attraversando 4 pollici e mezzo di grossezza di questo vetro, che non attraversando un cristallo di Saint-Gobin della grossezza di due linee e mezzo; mi par dunque che potrebbesi quindi conchiudere che la trasparenza di questo vetro, essendo a quella di questo cristallo come quattro pollici e mezzo sono a due linee e mezzo, o come 54 a due e mezzo, cioè più di ventuno volte più grande, potrebbonsi con questo fare buonissimi piccoli cannocchiali massicci di 5 o 6 pollici di lunghezza.

Ma per cannocchiali lunghi, non si può adoperar che dell' acqua, e v' è da temere che anche con questo mezzo non venga a togliersi un tal' inconveniente; imperciocchè qual opacità risulterà da questa quantità di liquore ch' io suppongo riempiere l' intervallo tra i due vetri? Quanto più lunghi saranno i cannocchiali, tanto più perderassi di luce; cosicchè al primo colpo d' occhio

comprendesi che non si può far uso di questo mezzo, massime per i cannocchiali un poco lunghi, perciocchè secondo quello che il Sig. Bouguer, nel suo Saggio d'Ottica, dice sulla gradazione della luce, 9 piedi, e 7 pollici d'acqua di mare, fanno diminuire la luce nel rapporto di 14 a 5, o ciò che torna quasi il medesimo, supponiamo che dieci piedi d'altezza d'acqua diminuiscano la luce nel rapporto di 3 a 1; allora venti piedi d'altezza d'acqua la diminuiranno nel rapporto di 9 a 1; trenta piedi la diminuiranno in quello di 27 a 1, ec. Comprendesi dunque che non potressimo valersi di questi cannocchiali pieni d'acqua, se non per osservare il Sole, e che gli altri astri non avrebbero abbastanza di luce per poterli distingnere a traverso un' altezza di 20 a 30 piedi di liquore intermedio.

Tuttavia se si considera che anche non dando più che un pollice o un pollice e mezzo d'apertura ad un obbiettivo di 30 piedi, ciò non ostante chiaramente coi cannocchiali ordinarj di questa lunghezza, distinguonsi assai chiaramente i pianeti, dobbiam pensare che dando un maggior diametro all' obbiettivo, aumenterebbesi la quantità di luce nella ragione del quadrato di questo diametro, e per conseguente, se un pollice d'apertura basta per veder distintamente un astro in un cannocchiale

ordinario, 3 pollici d'apertura, cioè 21 linee circa di diametro basteranno per vederlo egualmente bene a traverso d'un' altezza di dieci piedi d'acqua; e che con un vetro di 3 pollici di diametro esso vedrebbesi egualmente a traverso d'un' altezza di 20 piedi d'acqua, che con un vetro di 27, o 5 pollici e mezzo di diametro vedrebbesi a traverso d'una altezza di 30 piedi, e non richiederebbesi che un vetro di 9 pollici di diametro per un cannocchiale riempito di 40 piedi d'acqua, ed un vetro di 27 pollici per un cannocchiale di 60 piedi.

Par dunque che potrebbesi non senza speranza di riuscirne, far costrurre su questi principj un cannocchiale, perchè aumentando il diametro dell' obbiettivo racquistasi in parte la luce che si perde pel difetto di trasparenza nel liquore.

Non devesi temere che gli obbiettivi per grandi ch' essi sieno, formino una parte troppo grande della sfera sulla quale saranno lavorati, e che per questa ragione i raggi della luce non possano esattamente radunarsi; perciocchè supponendo anche questi obbiettivi sette o otto volte più grandi di quello ch' io gli ho stabiliti, non formeranno tuttavia a un dipresso una parte della loro sfera grande per modo, che non radunino con esattezza i raggi.

Ma quello che mi par fuor di dubbio si è che un cannocchiale costrutto in questa maniera sarebbe utilissimo per osservare il Sole; postochè, supponendolo anche lungo cento piedi, la luce di quest'astro, dopo avere attraversata questa grossezza d'acqua, sarebbe ancora troppo forte, ed osservarebbesi con comodo, e facilità la superficie di quest'astro senza che fosse necessario servirsi di vetri affumicati, o riceverne su d'un cartone l'immagine, il qual avvantaggio non si ritrae da ogn'altra specie di cannocchiali.

Solamente sarebbevi qualche piccola differenza nella costruzione di questo cannocchial solare, qualor vogliasi ch'esso ci presenti l'intera faccia del Sole, poichè supponendolo lungo cento piedi, il vetro oculare in questo caso dovrà avere almeno dieci pollici di diametro, a motivo che il Sole, occupando più d'un mezzo grado celeste, l'immagine formata dall'obbiettivo nel suo foco a 100 piedi, avrà almeno questa lunghezza di dieci pollici, e per riunirla tutta intera richiederassi un'oculare di questa larghezza, al quale non darebbonsi che venti pollici di foco, per renderlo forte quant'è possibile. Sarebbe altresì necessario che l'obbiettivo non meno che l'oculare avesse dieci pollici di diametro, affinchè l'immagine dell'astro, e l'im-

magine dell' apertura del cannocchiale avessero egual grandezza nel foco.

Quand' anche questo cannocchiale da me proposto non servisse che ad osservare esattamente il Sole, questo sarebbe già molto; per esempio sarebbe assai interessante il poter riconoscere se in quest' astro sianvi parti più o meno luminose dell' altre, e s'esso abbia sulla sua superficie dell' ineguaglianze, e di qual specie elle siano, se le macchie galleggiano sulla sua superficie [27], o se tutte sono alla medesima costantemente attaccate, ec. La vivacità della sua luce non ci permette di osservarlo a occhio nudo, e la differente rifrangibilità de' suoi raggi ne rende confusa l' immagine qualor ricevesi su d'un cartone al foco d'un obbietti-

[27] Il Sig. de la Lande ha fatto a questo proposito la seguente riflessione. ,, Egli è costante, dic' egli, ,, che nel Sole non vi sono che delle macchie, ,, le quali cangian bensì di forma, e scompajono ,, interamente, ma non mutano luogo se non ,, per la rotazione del Sole; e la sua superficie ,, è unitissima, ed omogenea ". Questo saggio Astronomo poteva ancora aggiungere che solo per mezzo di queste macchie sempre supposte fisse si è determinato il tempo della rivoluzione del Sole sopra il suo asse; ma questo punto d' Astronomia fisica non mi pare ancora assolutamente dimostrato, perciocchè queste macchie, le quali cangian figura, potrebbero ben qualche volta cangiare anche di sito.

vo, e perciò la superficie del Sole ci è meno conosciuta di quella degli altri pianeti. Questa differente rifrangibilità di raggi non sarebbe pressochè interamente corretta in questo lungo cannocchiale riempito d'acqua; ma se un tal liquore potesse coll' aggiunta de' sali essere reso denso quanto il vetro, allora sarebbe lo stesso come se fossevi un sol vetro d'attraversare, e parmi che sarebbevi maggior avvantaggio a servirsi di questi cannocchiali pieni d'acqua, che non de' cannocchiali ordinarj con vetri affumicati.

Che che ne sia, egli è certo che per osservare il Sole richiedesi un cannocchiale molto diverso da quelli, di cui ci serviamo per gli altri astri, ed è ancora certissimo che ciascun pianeta esige un cannocchiale particolare, e proporzionato all' intensità, cioè alla quantità reale di luce che lo illumina. Sarebbe dunque necessario in tutt'i cannocchiali l'obbiettivo tanto grande, e l'oculare tanto forte quant'è possibile, e nel tempo stesso dovrebbesi regolare la distanza del foco coll' intensità della luce di ciascun pianeta. Per esempio Venere e Saturno sono due pianeti, la luce de' quali è molto differente; ed allorchè osservansi collo stesso cannocchiale, accrescesi egualmente l'angolo sotto il quale vedonsi, ed allora la luce totale del pianeta par che si esten-

estenda su tutta la superficie, tanto più, quanto si ringrandisce, e quindi a misura che si ringrandisce la sua immagine rendesi oscura, quasi nella proporzione del quadrato del suo diametro; dunque Saturno non può essere osservato con un cannocchiale così forte come Venere, senza essere oscurato. E se l'intensità della luce di questa ci permette di ringrandirla cento o duecento volte prima di farsi oscura, l'altro non soggiacerà forse alla metà, o al terzo d'un tale aumento, senza oscurarsi del tutto. Trattasi dunque di fare un cannocchiale per ciascun pianeta proporzionato all'intensità di luce di ciascuno, e per farlo con maggior avvantaggio parmi che altro impiegare non debbasi che un obbiettivo tanto più grande, ed un fuoco tanto meno lungo, quanto minor luce ha il pianeta. Perchè mai fino al dì d'oggi non si sono fatti obbiettivi del diametro di due e tre piedi? l'aberrazione de' raggi cagionata dalla sfericità de' vetri n'è il solo motivo, poichè essa produce una confusione, la quale è come il quadrato del diametro dell'apertura [28], e per questa ragione i vetri sferici, i quali con una piccola apertura sono buonissimi, valgono più niente se questa

[28] Smith's Optick. *Boock.* 2. *cap. VII. art.* 346.

accrescesi, perchè allora v'è maggior luce, ma meno di distinzione, e di purezza. Con tutto ciò i vetri sferici larghi sono buonissimi per fare cannocchiali per notte, e gli Inglesi che hanno costrutti cannocchiali di questa specie se ne servono assai utilmente per vedere in molta lontananza i vascelli nelle notti oscure. Presentemente però, posto che sappiamo in gran parte correggere gli effetti della differente rifrangibilità dei raggi, sarebbe a mio parere necessario determinarsi a fare vetri ellittici, o iperbolici, i quali non produrrebbero quest'aberrazione cagionata dalla sfericità, e per conseguente potrebbero essere tre o quattro volte più larghi dei vetri sferici. Questo è il solo mezzo d'accrescere a' nostri occhi la quantità della luce che i pianeti ci tramandano, perciocchè non possiamo far cadere sui medesimi una luce aggiunta, come facciamo cogli oggetti che noi osserviamo col microscopio; almeno però è necessario l'usare col maggior avvantaggio possibile quella quantità di luce dalla quale essi sono illuminati, ricevendola su d'una superficie grande più che si può. Questo cannocchiale iperbolico, il quale sarebbe composto d'un solo gran vetro obbiettivo, e d'un oculare proporzionato, esigerebbe una materia della maggior trasparenza. Con questo mezzo noi uniremmo tutt'i possibili avvantaggi,

cioè quelli de' cannocchiali acromatici a quelli de' cannocchiali ellittici, o iperbolici, e metterebbesi a profitto tutta la quantità di luce che ciascun pianeta riflette ai nostri occhi. Io posso ingannarmi, ma quanto propongo mi pare fondato quanto basta per raccomandarne l'esecuzione alle persone zelanti pel progresso delle Scienze.

Mentre io m'abbandonava a questa specie di sogni, ch'io pubblico appunto per la speranza che ho, che un giorno si realizzeranno, ho pensato allo specchio del porto d'Alessandria, di cui alcuni Autori antichi hanno parlato, e per mezzo del quale vedevansi in grandissima distanza i vascelli in alto mare. Il passo più positivo che m'è caduto sotto gli occhi è quello che ora riferisco: *Alexandria .... in Pharo vero erat speculum e ferro* finico, *per quod a longè videbantur naves Graecorum advenientes; sed paullo postquam Islamismus invaluit, scilicet tempore calisatus Walid-fil: Abdi-l-melec, Christiani fraude adhibita illud deleverunt*. Abu-l-feda, &c. Descriptio Ægypti.

Io pensai 1.° che questo specchio con cui vedevansi da lontano giungere i vascelli non fosse impossibile; 2.° che anche senza specchio, o cannocchiale, con certe disposizioni potrebbesi ottenere il medesimo effetto, e scorgere dal porto i vascelli forse tanto lontano, quanto il permette la curvatura della Terra.

Abbiam detto che le persone di buona vista scorgono gli oggetti illuminati dal Sole tre mille quattrocento volte più del loro diametro, ed abbiamo nel tempo stesso osservato che la luce intermedia tanto pregiudicava a quella degli oggetti lontani, che distinguevasi di notte un oggetto luminoso alla distanza di dieci, venti, e forse cento volte maggiore, che non veggonsi di giorno. Sappiamo inoltre che dal fondo d'un pozzo profondissimo noi veggiamo di pieno giorno [29] le stelle; perchè dunque non vedrannosi egualmente i vascelli rischiarati dai raggi del Sole, con mettersi in fondo ad una lunga galleria molto oscura, e situata al lido del mare in maniera che non riceva la luce che quella del mare lontano, e de' vascelli che potessero ivi trovarsi: questa galleria riguardo al vedere i vascelli farà il medesimo effetto, che il pozzo verticale fa per la vista delle stelle, e ciò tanto mi par semplice, che resto attonito come nissuno v'abbia finora pensato. Parmi che scegliendo per far l'osservazione le ore del giorno, nelle quali il Sole fosse al didietro della galleria, cioè il tempo, in cui i vascelli fos-

[29] Aristotele, per quel ch' io credo, è il primo che abbia parlato di questa osservazione, ed io ne ho citato il passo all' articolo *del senso della vista*, *tomo IV. di questa Storia Naturale*.

sero ben' illuminati, questi dal fondo di questa galleria oscura vedrebbonsi almeno dieci volte meglio che non veggonsi in piena luce. Ora, siccome abbiam detto, distinguesi facilmente un uomo, o un cavallo alla distanza d'una lega, purchè siano illuminati dai raggi del Sole; e togliendo la luce intermedia che ci circonda, ed offusca i nostri occhi, noi li vedressimo almeno dieci volte più lungi, cioè a dieci leghe: dunque i vascelli, che sono molto più grossi vedrebbonsi tanto da lungi, quanto l'incurvatura della Terra fosse per permetterlo [30], senz' altro stromento fuorchè i nostri occhi.

Ma uno specchio concavo d'un diametro molto grande, e d'un foco qualunque collocato al fondo d'un lungo tubo annerito, farebbero di giorno quasi lo stesso effetto, che i grandi obbiettivi del diametro istesso, e del fuoco stesso farebbero di notte; e pro-

[30] L'incurvatura della terra per un grado o 25. leghe di 2283. tese, e di 2988. piedi; essa cresce come il quadrato delle distanze, quindi per 5. leghe è venticinque volte, cioè 120. piedi circa, minore. Un vascello che abbia più di 120. piedi d'alberatura, ancorchè sia al livello del mare, può vedersi da lungi cinque leghe; ma sollevandosi 120. piedi al di sopra del livello del mare, vedrebbesi da cinque leghe il corpo intero dee vascello fino alla linea dell' acqua, ed innalzandosi ancora più, potrebbesi oltre dieci leghe distinguere l'alto degli alberi.

babilmente uno di questi specchi concavi d'acciajo levigato (*e ferro sinico*) era quello che era stato messo al porto d'Alessandria [31], affine di vedere da lungi a giungere i vascelli Greci. Del resto, se un tale specchio d'acciajo, o di ferro levigato realmente esistette, come ogni apparenza sembra indicare, non può niegarsi agli Antichi la gloria del primo ritrovamento de' telescopj, poichè questo specchio di metallo levigato non poteva aver effetto, se non in quanto la luce riflessa dalla sua superficie veniva raccolta da un altro specchio concavo collocato al suo foco, ed appunto in ciò consiste l'essenza del telescopio, e la facilità della sua costruzione. Ciò non pertanto non si toglie alla gloria del gran Newton, che fu il primo che facesse rivivere tale ritrovamento caduto in perfetta dimenticanza: sembra altresì che le sue belle scoperte sulla differente rifrangibilità de' raggi della luce il conducessero a quella del telescopio. Imperciocchè, essendo i raggi della luce di sua natura differentemente rifrangibili, potevasi credere con fondamento che

[31] Da tempo immemorabile i Chinesi, e massime i Giapponesi fanno lavorare, e levigare l'acciajo in grande ed in picciolo volume, ed è perciò ch' io pensai doversi interpretare l'*e ferro sinico* per acciajo levigato.

non vi fosse alcun mezzo di correggere quest' effetto: o se pure egli ha scorti questi mezzi, essi gli parvero tanto difficili che stimò meglio rivolgersi ad altro spediente, e produrre per mezzo della riflessione de' raggi i grandi effetti che non poteva ottenere dalla rifrazione de' medesimi. Ha fatto quindi costrurre il suo telescopio, il di cui effetto è veramente superiore a quello de' cannocchiali ordinarj; ma i cannocchiali acromatici inventati a' nostri giorni sono tanto superiori al telescopio, quant' esso lo è ai cannocchiali ordinarj. Il miglior telescopio è sempre fosco in paragone del cannocchiale acromatico, e questa oscurità de' telescopj non deriva soltanto dal difetto di levigatezza, o dal color del metallo degli specchi, ma dalla natura stessa della luce, i di cui raggi variamente rifrangibili, sono eziandio, quantunque in gradi meno ineguali, diversamente riflessibili. Per perfezionare dunque quant'è possibile i telescopj, altro non rimane che procurarci il mezzo di compensare questa differente riflessibilità, come s'è ritrovato quello di rimediare alla diversa rifrangibilità.

Dopo tutto quello che s'è detto fin quì, io credo che si comprenderà potersi fare un buonissimo cannocchiale di giorno, senza ricorrere a' vetri, o a' specchi, e semplicemente col sopprimere per mezzo d'un tubo

di 150, o 200 piedi di lunghezza, la luce circondante, e col metterfi in un luogo ofcuro, in cui vada a terminare una delle eftremità di quefto tubo; ed in tal modo, l'effetto di quefto cannocchiale così femplice, ed agevole d'efeguirfi, riufcirà tanto maggiore, quanto più viva farà la luce del giorno. Io fono perfuafo che noi vedremmo diftintamente i vafcelli, e gli alberi full' alto delle montagne alla diftanza di quindici, e forfe venti leghe. La fola differenza che paffa tra quefto lungo tubo, e la galleria ofcura da me propofta, fi è che il *campo*, cioè lo fpazio vifibile farà molto più piccolo, e precifamente in ragione del quadrato dell' apertura del tubo a quella della galleria.

Articolo Terzo.

Ritrovamento d'altri fpecchi per ardere a minori diftanze.

I.

Specchi d'un folo pezzo a foco mobile.

HO offervato che il vetro è dotato d'elafticità, e ch'effo può piegarfi fino a un certo fegno. E ficcome per ardere a diftanze un poco grandi, non è neceffaria che una leggiere concavità, e qualunque incur-

vatura regolare può quasi egualmente convenire, ho pensato di prendere de' cristalli di specchio ordinario, d'un piede e mezzo, di due, e di tre piedi di diametro, e farli ritondare, e sostenere su d'un cerchio di ferro bene eguale, e ben tornito, dopo aver fatto nel centro del cristallo un pertugio del diametro di due o tre linee a fine di farvi passar dentro una vite [32], i cui pani sono finissimi, e che entra in un piccolo cavo posto dall'altra parte del cristallo. Stringendo questa vite, ho resi concavi i cristalli di tre piedi quanto bastava per ardere dalli 30 piedi fino ai 50, ed i cristalli di 18 pollici abbruciarono in distanza di 25 piedi: ma avendo ripetuto parecchie volte queste sperienze, si ruppero i cristalli di tre piedi, e di due, e non me ne rimase che uno di 18 pollici, che conservai per modello di questo specchio [33].

Il pertugio che v'è nel mezzo de' cristalli è quello che fa ch'essi rompansi con tanta

[32] Vegganſi le *tavole X XI. e XII.*

[33] Questi cristalli di 3 piedi hanno attaccato fuoco a delle materie leggieri fino alla distanza di 50. piedi, ed allora essi non avevano piegato che una linea, e $\frac{5}{8}$; per ardere a 40. piedi bisognerebbe farli piegare 2. linee; per ardere a 30. piedi 2. linee, e $\frac{1}{4}$, e per aver voluto farli abbrucciare a 20. piedi essi si sono infranti.

facilità, laddove se non vi fosse soluzione di continuo, e se si potessero egualmente premere in tutta la loro superficie, si renderebbero molto più concavi, senza spezzarsi. Ciò mi ha condotto ad immaginare di farli incurvare per mezzo del peso stesso dell' atmosfera; al qual fine altro non richiedesi se non di collocare un cristallo circolare su d'una specie di tamburro di ferro, o di rame, ed al medesimo aggiungere una tromba per attrarne l'aria; col qual mezzo noi sapremo rendere più o meno concavo il cristallo, e per conseguente atto ad ardere a distanze più o meno grandi.

Un altro mezzo sarebbe quello di levare la stagnatura dal centro del cristallo in larghezza di 9 o 10 linee, ridurre con un lisciatoio questa parte di centro in porzione di sfera d'un pollice di foco come un vetro convesso, e mettere nel tamburro un piccolo stoppino inzolfato; ed allora, presentando questo specchio al Sole, i raggi tramandati a traverso a questa parte del centro del cristallo, e riuniti al foco d'un pollice, accenderanno lo stoppino inzolfato, il quale nell' ardere assorbirà dell' aria, e per conseguente il peso dell' atmosfera farà piegare più o meno il cristallo, in proporzione del maggior o minor tempo che lo stoppino inzolfato impieghierà nell' abbruciare. Questo specchio sarebbe assai singolare, perchè al

solo aspetto del Sole diventerebbe concavo da se, senza che vi fosse bisogno di mettervi mano, ma siccome non sarebbe poi facile il servirsene, perciò io non l'ho fatto eseguire, essendo per tutt'i riguardi preferibile la seconda maniera.

Questi specchi d'un pezzo solo a foco mobile, possono servire a misurare più esattamente che non con qualch'altro mezzo, la differenza degli effetti del calore del Sole ricevuto in fochi più o meno grandi. Noi abbiamo veduto che i fochi grandi fanno sempre proporzionatamente maggior effetto dei piccoli, quantunque e negli uni, e negli altri eguale sia l'intensità di calore; ed avrebbesi sempre un' eguale quantità di luce, o di calore, ma in ispazj successivamente più piccoli, coll' impicciolire successivamente i fochi; e per mezzo di questa costante quantità potrebbesi coll' esperienza determinare il *minimum* dello spazio del foco, cioè l'estensione necessaria per trarre il massimo effetto dalla stessa quantità di luce, e ciò condurrebbeci nel tempo stesso ad un calcolo più preciso del disperdimento del calore nelle differenti sostanze sotto il medesimo volume, o in un' eguale estensione.

Prescindendo da un tal'uso m'è sembrato che questi specchi d'un sol pezzo a foco mobile fossero più singolari che utili: quello che agisce da se, e s'incurva all'aspetto

del Sole è assai ingegnosamente concepito per meritare d'essere collocato in un gabinetto di Fisica.

II.

Specchi d'un sol pezzo per ardere vivissimamente a mediocri, ed a piccole distanze.

Ho cercato i mezzi di rendere concavi regolarmente de' grandi cristalli, e dopo d'avere fatto costrurre senza riuscimento due diversi fornelli, son giunto a farne un terzo [34], col quale incurvai assai regolarmente de' cristalli circolari di tre, quattro, e quattro piedi e mezzo di diametro, ed anche due di 56 pollici, ma per quanta cautela siasi avuta nel lasciar raffreddare lentamente, e nel maneggiare dolcemente questi grandi cristalli del diametro di 56, e 54 pollici, essi si sono rotti nel porli sulle molle sferiche che avevo fatto costrurre per dar loro la forma regolare, e la necessaria levigatezza; lo stesso è succeduto di tre altri cristalli di 48, e 50 pollici di diametro, ed io non ne ho conservato che uno di 46, e due di 37 pollici. Quei che sono pratici dell'Arti non si faranno meraviglia di ciò, perchè sanno che i grandi pezzi di vetro

---

[34] Vegganſi le *tavole I. II. III. IV. V. e VI.*

richiedono cautele infinite, perchè non si crepolino nel cavarli dal fornello, ove lascianſi ricuocere, e raffreddare; fanno che quanto più eſſi ſono ſottili, tanto più facilmente ſi fendono, non ſolo pel primo colpo dell' aria, ma ancora per le ulteriori impreſſioni della medeſima. Ho veduto parecchi de' miei criſtalli curvi fenderſi di per ſe in capo a tre, quattro, e cinque meſi, quantunque aveſſero reſiſtito alle prime impreſſioni dell' aria, e collocati ſi foſſero ſopra modelli di geſſo ben riſeccato, ſui quali la ſuperficie concava de' criſtalli appoggiavaſi da per tutto equabilmente; ma quello che me ne fece andar a male un gran numero, ſi fu il lavoro che richiedeſi per dar loro una forma regolare. Queſti criſtalli ch' io ho comperati tutti levigati alla fabbrica del borgo Sant' Antonio, quantunque ſcelti fra i più groſſi, non avevano più che cinque linee di groſſezza: incurvandoli il fuoco facevali perdere la loro levigatezza. Altronde la groſſezza di eſſi non era molto eguale dappertutto, e tuttavia all' oggetto propoſtomi era neceſſario di rendere perfettamente concentriche le due ſuperficie, concava, e conveſſa, e per conſeguente di lavorarle con liſciatoi conveſſi in modelli concavi, e con liſciatoi concavi ſopra modelli conveſſi. Di ventiquattro criſtalli che avevo incurvati, e de' quali ne avevo con-

ſegnati quindici al fu Sig. Paſſemant, per farli lavorare da' ſuoi artefici, non ne ho conſervati che tre, e tutti gli altri, i più piccoli de' quali erano del diametro di tre piedi, ſi ruppero parte prima d'eſſere lavorati, e parte dopo. Queſti tre criſtalli ch'io ho conſervati, uno del diametro di 46, e due di 37 pollici, erano giudizioſamente lavorati, ed avevano le ſuperficie ben concentriche, e per conſeguente groſſezza eguale; quindi non ſi trattava che di ſtagnarli nella loro ſuperficie conveſſa, ed a queſto fine feci parecchie prove, ed un numero aſſai grande d'eſperienze, le quali non ebbero riuſcita. Il Sig. de Bernieres molto più abile di me nell'arte dello ſtagnare, ſi preſtò al mio biſogno, e di fatti mi rimandò ſtagnati due de' miei criſtalli. Ebbi l'onore di preſentare al Re il più grande di eſſi, cioè quello di 46 pollici, e di ſperimentare in preſenza di Sua Maeſtà la forza di queſto ſpecchio uſtorio che fonde agevolmente tutt'i metalli; e dopo fu depoſitato nel caſtello della Muette, in un gabinetto che trovaſi ſotto la direzione del Padre Noël; eſſo è certamente il più efficace ſpecchio uſtorio che ſiavi in Europa [35]. Ho depoſitato

[35] M'è ſtato detto, che la ſtagnatura di queſto ſpecchio, ch'è ſtato fatto già da più di vent'anni, eraſi guaſtata; biſognerebbe, per raggiuſtarlo,

al Giardino del Re nel Gabinetto di Storia Naturale il cristallo di 37 pollici di diametro, il di cui foco è molto più corto di quello del cristallo di 46 pollici; ma non ho avuto tempo di sperimentare la forza di questo secondo specchio, ch' io credo parimenti ottimo. Impiegai qualche tempo al castello della Muette in fare alcune sperienze sulla luce della Luna ricevuta dallo specchio di 46 pollici, e riflessa su d'un buonissimo termometro, e credei a prima vista di scorgervi qualche movimento, ma un tal' effetto non fu durevole, ed io non ebbi più occasione di ripetere l'esperienza. Io non so eziandio se con riunire i fochi di molti specchi, e farli cadere unitamente su d'un termometro stiacciato, ed annerito, otterrebbesi un grado di calore sensibile; perciocchè può essere che la Luna ci tramandi del freddo anzichè del caldo, come spiegheremo altrove. Del resto questi specchi sono superiori a tutti gli specchi di riflessione finora conosciuti: servono essi tanto a vedere in grande i piccoli quadri, ed a rilevarne tutte le bellezze, e tutt' i difetti; e se se ne facessero stagnare de' simili nella loro parte concava, ciocchè più age-

consegnarlo di nuovo nelle mani del Sig. de Bernieres, il quale solo ha il secreto d'una tale stagnatura.

volmente farebbesi che non nella parte convessa, essi servirebbero per vedere le soffitta, e le altre pitture, le quali per essere troppo grandi, e troppo perpendicolari alla testa, non possono riguardarsi comodamente.

Questi specchi hanno però comune cogli altri di questo genere l'inconveniente di ardere in alto, e questo fa che non si possa lavorare di seguito al loro foco, e che diventino pressochè inutili in tutte le sperienze che esigono una lunga azione nel foco, e nelle operazioni successive. Contuttociò ricevendo da principio i raggi del Sole su d'uno specchio piano di quattro piedi e mezzo d'altezza, e d'altrettanto di larghezza che li rifletta contro questi specchi concavi, essi sono efficaci quanto basta, perchè una tal perdita, ch'è della metà del calore non gli impedisca di ardere vivissimamente nel loro foco, il quale in questo caso trovasi in basso come quello degli specchi di rifrazione, e dietro al quale per conseguente puossi travagliare di seguito, e con eguale facilità. Solo sarebbe necessario che il cristallo piano, e lo specchio concavo fossero tutti due montati paralellamente su d'un medesimo appoggio, ove potessero egualmente ricevere tanto orizzontalmente, quanto verticalmente gli stessi movimenti di direzione, e d'inclinazione. L'effetto che lo specchio di 46 pollici di diametro produrreb-

be in basso, non essendo più che la metà di quello che il medesimo produrrebbe in alto, egli è lo stesso, come se la superficie di questo specchio fosse diminuita della metà, cioè come se invece di 46 pollici di diametro ne avesse poco più di 32; e questa dimensione di 32 pollici di diametro per un foco di sei piedi, non lascia di produrre un calor più grande di quello delle lenti di Tschirnaüs, o del Sig. Segard, delle quali, come delle migliori che si conoscono, io mi sono altre volte servito.

Finalmente dal riunire questi due specchi, nel loro centro comune si otterrebbe dai raggi del Sole un calore immenso, massime col riceverlo in alto, perchè non diminuirebbesi che della metà di quello, che diminuirebbesi ricevendolo in basso; e per conseguente un tal calore sarebbe molto maggiore di qualunque altro calore cognito, e potrebbe produrre effetti, de' quali noi non abbiamo alcuna idea.

III.

Lenti o Specchi coll' acqua.

Per mezzo di questi cristalli incurvati, e lavorati regolarmente nella loro concavità, e sopra la loro parte convessa, si può fare uno specchio rifrangente, unendo per opposizione due di questi cristalli, ed empiendo

d'acqua tutto lo ſpazio ch' eſſi occupano.

A queſto fine feci incurvare due criſtalli di 37 pollici di diametro, e ne feci conſumare 8 o 9 linee nelle eſtremità, per ben unirli. Con un tal mezzo non ſi ha biſogno del maſtice per impedire che l'acqua ſfugga.

Nel punto verticale dello ſpecchio è neceſſario applicare una piccola canna [36], per mezzo della quale ſe ne riempia con un imbuto la capacità; e ſiccome i vapori dell' acqua ſcaldata dal Sole potrebbono far rompere i criſtalli, terraſſi aperta queſta canna per laſciare il paſſaggio ai vapori. Perchè poi lo ſpecchio ſia ſempre aſſolutamente pieno d'acqua, adatteraſſi a queſta canna una piccola bottiglia piena d'acqua, la quale anch' eſſa all' alto anderà a terminare in una piccola canna ſtretta, affinchè nelle differenti inclinazioni dello ſpecchio, l'acqua in eſſo contenuta non poſſa ſpanderſi in quantità troppo grande.

Queſta lente compoſta di due criſtalli di 37 pollici, ciaſcuno di due piedi e mezzo di foco, arderebbe a cinque piedi ſe foſſe di vetro; ma avendo l'acqua minore rifrazione che il vetro, il foco ſarà più lontano, ma tuttavia non laſcierà di ardere vi-

---

[36] Vedi la *tavola XII.*

vissimamente. Ho calcolato che questa lente coll' acqua, alla distanza di 5 piedi e mezzo, produrrebbe almeno due volte tanto del calore che produce la lente del Palazzo reale, la quale è di vetro sodo, e il di cui foco è di dodici piedi.

Avevo conservato ne' cristalli una sufficiente grossezza, acciocchè il peso dell' acqua ch' essi dovevano racchiudere non potesse alterarne l' incurvatura: noi potremmo anche provarci di rendere l' acqua più rifrangente col farvi fondere de' sali; e siccome essa può successivamente sciogliere parecchi sali, e caricarsi di essi in maggior quantità che non caricherebbesi d' un solo sale, bisognerebbe sciogliere di molte specie, e con tal mezzo la forza rifrangente dell' acqua, accosterebbesi di più a quella del vetro.

Quest' era il mio progetto; ma dopo d' avere lavorati, ed adattati questi cristalli di 37 pollici, quello posto inferiormente si ruppe nella prima sperienza, e non essendomene rimasto che un solo, feci con esso lo specchio concavo di 37 pollici, di cui ho parlato nell' articolo precedente.

Queste lenti composte di due cristalli sfericamente curvi, e riempiti d' acqua arderanno inferiormente, e produrranno effetti maggiori delle lenti di vetro massiccio, perciocchè l' acqua lascia il passaggio alla luce più facilmente che il vetro più trasparente;

ma l'esecuzione è difficile, ed esige attenzioni infinite. L'esperienza m'ha fatto conoscere ch'erano necessarj cristalli grossi nove o almeno otto linee, cioè cristalli fatti espressamente, giacchè alle fabbriche non se ne fondono di questa grossezza, e tutti quelli che sono nel commercio non sono grossi che la metà circa; bisogna inoltre incurvare questi cristalli in un fornello eguale a quello di cui ho data la figura, *tav. 1. e seguenti;* ed aver riguardo di ben asciugare il fornello, di non sollecitare il fuoco, ed impiegare almeno trent'ore in questa operazione. Il cristallo si ammollirà, e pel suo peso piegherassi senza disciogliersi, ed incurverassi sul modello concavo che gli darà la forma; lascierassi ricuocere, e raffreddare per gradi in questo fornello che si avrà avvertenza di chiudere, tostochè scorgerassi egualmente ben abbassato dappertutto il cristallo. Due giorni dopo, quando il fornello avrà perduto tutto il suo calore leverassi fuori il cristallo, il quale non sarà più che leggermente appannato, e con un gran compasso curvo si esaminerà se la sua grossezza sia a un di presso eguale dappertutto, e quando ciò non sia, ed in certe parti del cristallo apparisca un' ineguaglianza sensibile, s'incomincierà ad assottigliarlo con un lisciatoio di sfera eguale alla curvatura del cristallo, e continuerassi a lavorare nella

stessa maniera le due superficie concava, e convessa, per renderle, com'è necessario, perfettamente concentriche, di maniera che il cristallo abbia esattamente in tutte le sue parti l'eguale grossezza. Per arrivare poi ad una tale precisione assolutamente necessaria, bisognerà far incurvare de' cristalli più piccoli del diametro di due o tre piedi, avvertendo di fare questi modelli sopra un raggio quattro o cinque linee più lungo di quelli del foco del gran cristallo, e con tal mezzo avrannosi de' cristalli curvi, i quali adoperati invece de' lisciatoi per lavorare le due superficie concava e convessa, ne agevoleranno di molto il lavoro; perciocchè questi piccoli cristalli soffregandosi contro il grande, lo consumeranno in tempo ch' essi consumerannosi egualmente; e siccome la loro incurvatura è maggiore di 4 linee, cioè della metà della grossezza del grande cristallo, il lavoro di questi piccoli cristalli tanto al di dentro, quanto al di fuori, renderà le due superficie del gran cristallo concentriche più precisamente ch'è possibile. Questo è il punto più difficile, ed io ho spesse volte veduto che per ottenerlo fu di mestieri consumare più d'una linea e mezzo del cristallo in ciascuna superficie, ciò che la rendeva troppo sottile, e quindi inutile almeno al nostro oggetto. Ma il cristallo di 37 pollici, che il peso dell'acqua

ed il calor del Sole hanno infranto, aveva anche dopo essere lavorato più di 3 linee e mezzo di grossezza, ed è perciò ch' io raccomando di tenerli ancora più grossi.

Ho osservato che questi cristalli curvi sono più fragili degli ordinarj. La seconda fusione o mezza fusione che il vetro tollera per incurvarsi è forse la causa di quest' effetto, tanto più perchè, affinchè esso acquisti la forma sferica è necessario che inegualmente distendasi in ciascuna delle sue parti, e che la mutua aderenza di esse cangisi in proporzioni ineguali ed anche differenti relativamente a ciascun punto della curva, ed al piano orizzontale del cristallo, il quale abbassasi successivamente per ricevere l'incurvatura sferica.

Generalmente il vetro è dotato d'elasticità, e può senza rompersi piegare all' incirca d'un pollice per ogni piede, massime quand'è sottile, ed io sperimentai ciò anche in cristalli di due e tre linee di grossezza, e di cinque piedi d'altezza; i quali possonsi far piegare più di quattro pollici senza romperli, principalmente non comprimendoli che per un verso: ma se s'incurvano in due direzioni in una sola volta, affine di produrre una superficie sferica, allora questa doppia curvatura li rompe, quand' anche sia meno d'un mezzo pollice per ciascun piede. Quindi il cristallo

inferiore di queste lenti coll' acqua, nell' obbedire che fa alla pressione cagionata dal peso dell' acqua stessa, si romperà, od acquisterà una maggiore incurvatura a meno ch' esso non sia molto grosso, oppure difeso non sia da una croce di ferro, il che per altro ombreggia il foco, e rende disaggradevole la vista di questo specchio. Altronde il foco di queste lenti coll' acqua non è mai sicuro, nè ben terminato, nè ridotto alla sua più piccola estensione; poichè le differenti rifrazioni cui soggiace la luce nel passare dal vetro nell' acqua, e dall' acqua nel vetro cagionano un' aberrazione di raggi molto più grande che non è quella prodotta da una semplice rifrazione nelle lenti di vetro massiccio: tutti questi inconvenienti mi hanno rivolto a pensare i mezzi di perfezionare le lenti di vetro, e credo di aver finalmente trovato quanto può farsi di migliore in questo genere, come dimostrerò ne' seguenti paragrafi.

Prima di lasciare le lenti coll' acqua mi stimo in dovere ancora di proporre un nuovo mezzo di costruzione soggetto a minori inconvenienti, e d' assai facile esecuzione. In cambio d' incurvare, lavorare, e levigare cristalli grandi di quattro o cinque piedi di diametro, non abbisognerebbero che piccoli pezzi quadrati di due pollici, i quali costerrebbero quasi niente, e dovrebbonsi col-

locare in un telaio di ferro attraversato di verghe sottili dello stesso metallo, ed incastrate come i vetri nel piombo; questo telaio, e queste verghe, alle quali darassi l'incurvatura sferica, e quattro piedi di diametro, ciascuno de' quali conterrà trecento quarantasei di questi piccoli pezzi di 2 pollici, e lasciandone quarantasei per l'equivalente dello spazio che occuperebbono le verghe di ferro, vi sarebbero sempre trecento dischi del Sole, i quali coinciderebbero nel medesimo foco ch' io suppongo di dieci piedi: ciascun pezzo lascerebbe passare un disco di 2 pollici di diametro, al quale aggiungendo la luce delle parti del quadrato circoscritto a questo circolo di 2 pollici di diametro, il foco a dieci piedi non avrebbe che 2 pollici e mezzo o 2 pollici e tre quarti, quando l'affetto di questi piccoli cristalli fosse regolarmente eseguito. Ora diminuendo la perdita che soffre la luce in passando a traverso l'acqua, e i doppi vetri che la contengono, la quale in questo caso sarebbe pressochè della metà, al foco di questo specchio tutto composto di faccette piane avrebbesi ancora un calore cento cinquanta volte maggiore di quello del Sole. Una tal costruzione non sarebbe dispendiosa, ed io altro inconveniente non trovo in essa che lo sfuggimento dell' acqua, la quale potrebbe penetrare le commessure delle

verghe

verghe di ferro che sosterrebbero i piccoli trapezj di vetro; inconveniente che bisognerebbe prevenire, facendo in ciascuna parte di queste verghe delle piccole incavature, ed intonacandole col mastice ordinario dei vetrai, il quale è impenetrabile dall'acqua.

IV.

Lenti di vetro solido.

Ho veduto due di queste lentine, quella del Palazzo Reale, e quella del Sig. Segard, tutte due tratte da una massa di vetro d'Allemagna, il quale è molto più trasparente di quello de' nostri cristalli di specchi. Ma in Francia non v'ha chi sappia fondere il vetro in larghe e grosse masse, e la composizione d'un vetro trasparente come quello di Boemia non è conosciuta che da pochi anni.

Ricercai dunque tosto i mezzi di fondere il vetro in masse grosse, e nel tempo stesso feci diverse prove per ottenere una materia assai trasparente. Avendomi il Sig. de Romilly, che in tal tempo era uno de' Direttori della fabbrica di Saint-Gobin ajutato co' suoi consiglj, abbiamo fuso due masse di vetro di circa sette pollici di diametro sopra cinque in sei pollici di grossezza, in crogiuoli, ed ad un fornello in cui cuocevasi della majolica nel borgo Sant' Anto-

nio. Dopo d'aver fatto consumare, e levigare le due superficie di questi pezzi di vetro per renderle paralelle, trovai che un solo dei due era perfettamente senza difetti. Il secondo pezzo, cioè il meno perfetto lo diedi ad operai che non lasciarono di cavarvi dei molto buoni prismi d'ogni grandezza, e conservai per parecchi anni il primo ch'era della grossezza di pollici 4 e mezzo, e d'una trasparenza tale, che soprapponendo questo vetro ad un libro, potevasi agevolissimamente a traverso della grossezza di 4 pollici e mezzo leggere i caratteri più piccoli, e le scritture dell'inchiostro più bianco; paragonai il grado di trasparenza in questa materia, con quella de' cristalli di Saint Gobin presi, e ridotti a differenti grossezze. Un pezzo della materia di questi cristalli di 2 pollici e mezzo di grossezza sopra circa un piede di lunghezza e di larghezza procuratomi dal Sig. de Romilly, era verde come marmo di questo colore, e vi si poteva leggere a traverso; e per incominciare a distinguere a traverso alla sua grossezza i caratteri, fu d'uopo diminuirla più d'un pollice, e ridurla in fine a 2 linee e mezzo, perchè la sua trasparenza fosse eguale a quella del mio pezzo di 4 pollici e mezzo di grossezza; imperciocchè i caratteri del libro scorgevansi tanto chiaramente a traverso a questi pollici 4 e mez-

z), quanto a traverso al cristallo che non era che di 2 linee e mezzo. Ecco la composizione di questo vetro, la cui trasparenza è tanto grande.

Sabbia bianca cristallina, *una libbra*.

Minio o calce di piombo, *una libbra*.

Potassa, *mezza libbra*.

Salnitro, *una mezz' oncia*.

Il tutto mischiato, e messo a fuoco secondo l'arte.

Ho dato al Sig. Cassini de Thury questo pezzo di vetro, con cui potevasi sperar di fare eccellenti vetri di cannocchiale acromatico, tanto a motivo della sua grandissima trasparenza, quanto per la sua forza refringente, la quale era considerevolissima, attesa la quantità di piombo che entrava nella sua composizione; ma avendo il Sig. de Thury affidato questo bel pezzo di vetro ad operai ignoranti, essi l'ànno guastato al fuoco, ove senza bisogno l'ànno nuovamente posto, ed io mi duolsi di non averlo fatto lavorare io stesso, giacchè non si trattava che di tagliarlo in :•me, e la materia di esso era ancora più trasparente, e più chiara del *flintglass* d'Inghilterra, ed aveva maggior forza di rifrazione.

Con 600 libbre di questa medesima composizione voleva fare una lente di 26 o 27 pollici di diametro, e di 5 piedi di foco. Siccome sperava di poterla fondere nel mio

fornello, feci a quest' effetto cambiare l'interior disposizione del medesimo; ma ben presto m'avvidi che ciò fare non si poteva se non ne' più grandi fornelli di vetreria, e che erami necessaria una massa di 3 pollici di grossezza sopra 27 o 28 pollici di diametro, il che forma incirca un piede cubico di vetro; chiesi la libertà di farla fondere a mie spese alla fabbrica di Saint-Gobin, ma gli Amministratori di questa non me lo accordarono, e la lente non è stata fatta. Avevo calcolato che il calore di questa lente di 27 pollici sarebbe a quello della lente del Palazzo Reale, come 19 a 6; il qual effetto è grandissimo attesa la piccolezza del diametro di questa lente che avrebbe avuto 11 pollici meno di quella del Palazzo Reale.

Questa lente, la cui grossezza nel punto di mezzo non lascia d'essere considerevole, è tuttavia quanto si può fare di migliore per ardere a 5 piedi: potrebbesi ancora aumentarne il diametro, giacchè io sono persuaso che non sarebbe impossibile di fondere e colare egualmente de' pezzi più larghi e più grossi ne' fornelli ove fondonsi i grandi pezzi, tanto a Saint-Gobin, quanto a Rouelle in Borgogna: solamente osservo quì che per l'accrescimento della grossezza perderebbesi più che non guadagnerebbesi dall' accrescere la superficie dello specchio, e per

questo motivo, tutto bilanciato non oltrepassai i 27 o 28 pollici.

Newton ha dimostrato che quando i raggi di luce cadono sul vetro sotto un angolo maggiore di 47 o 48 gradi, essi vengono riflessi invece d'esser rifranti; quindi è che non si può dare ad uno specchio rifrangente un diametro più grande della corda d'un arco di 47 o 48 gradi della sfera sulla quale è stato lavorato; così nel caso presente per ardere a 5 piedi, avendo la sfera circa 32 piedi di circonferenza, lo specchio non può avere che un poco più di 4 piedi di diametro; ma in questo caso sarebbevi il doppio di grossezza nella mia lente di 26 pollici, ed altronde i raggi troppo obbliqui non radunerebbonsi bene giammai.

Fra tutti gli specchi or' ora da me proposti, queste lenti di vetro solido sono le più comode, le più sicure, le meno soggette a guastarsi, ed eziandio le più efficaci quando sono ben trasparenti, e ben lavorate, d'un diametro ben proporzionato alla distanza del loro foco. Se alcuno vuol procurarsi una lente di questa specie, bisogna combinare questi differenti oggetti, e non dare, siccome ho detto, alla medesima che 27 pollici di diametro per ardere a 5 piedi, distanza comoda per lavorare di seguito, e molto adattata al foco. Quanto più trasparente, e più pesante sarà il ve-

tro, tanto più grandi saranno gli effetti, perchè la luce in ragione della trasparenza passerà in quantità maggiore, e sarà tanto meno dispersa, tanto meno riflessa, e per conseguente tanto meglio penetrerà nel vetro, e tanto più rifrangerassi, quanto più sarà massiccio, cioè specificamente pesante: si avrà dunque un vantaggio con far entrare una grande quantità di piombo nella composizione di questo vetro, e per questa ragione gliene ho messo la metà, cioè una porzione di minio eguale a quella della sabbia. Ma per trasparente che sia il vetro di queste lenti, la loro grossezza nel mezzo è un ostacolo grandissimo non solo alla trasmissione della luce, ma eziandio un impedimento ai mezzi che potrebbonsi ritrovare per fondere masse grosse, e grandi quanto abbisognerebbe; per esempio, per una lente di 4 piedi di diametro, alla quale dovrebbesi un foco di cinque o sei piedi, ch'è la distanza più comoda, alla quale la luce cadendo con minore obbliquità avrà maggior forza che non a distanze più grandi, sarebbe necessario fondere una massa di vetro di quattro piedi sopra sei e mezzo o sette pollici di grossezza, perciocchè debb'essere lavorata, e consumata eziandio nella parte più grossa. Ora difficilissimo sarebbe il fondere, e liquefare in un sol getto questo grosso volume, il

quale, come ognun vede, sarebbe di cinque o sei piedi cubici, giacchè i più ampj tini delle fabbriche de' cristalli ne capiscono solo due piedi cubici, e i cristalli più grandi di 60 pollici sopra 120, supponendoli anche della grossezza di 5 linee, non formano che un volume d' un piede cubico e tre quarti all' incirca. Noi ridotti a non oltrepassare questo minor volume, ed obbligati a non adoperare realmente più che un piede cubico e mezzo, o tutt' al più un piede cubico e tre quarti di vetro per farne la lente, e non senza qualche stento potremo ritrovare i maestri di tali manifatture, i quali s' accontentino a fondere dietro di tale grossezza, perciocchè temono con qualche ragione che il calor troppo grande di questa massa grossa di vetro non faccia fendere, o gonfiare la tavola di rame sulla quale fanno passare i cristalli, i quali, avendo al più 5 linee di grossezza [37], non comunicano alla tavola che

[37] Ciò non ostante a Saint-Gobin sonosi a mia istanza fusi cristalli di sette linee, de' quali, son già più di vent' anni, ch' io me ne sono servito per diverse sperienze; ho rimandato ultimamente uno di questi cristalli di 38 pollici in quadrato, e di 7 linee di grossezza al Sig. de Bernieres, il quale s' è incaricato di fare delle lenti all' acqua per l' Accademia delle Scienze, ed io ho veduto presso al medesimo de' cristalli

un calore assai mediocre in paragone di quello che le comunicherebbe una massa di sei pollici di grossezza.

V.

Lenti a scalini per ardere colla maggiore vivacità possibile [38].

Dissi or' ora che le grandi grossezze che dar si debbono alle lenti, allorchè ànno un grande diametro, ed un foco corto, pregiudicano molto al loro effetto: una lente di 6 pollici di grossezza nel mezzo, e della materia de' vetri ordinarj, non arde, per così dire, che nelle estremità. Col vetro più trasparente, l'effetto sarà maggiore, ma la parte del mezzo resta sempre in pura perdita, perchè la luce non può penetrare ed attraversare la troppo grande grossezza. Ho riferite le sperienze da me fatte sulla diminuzione della luce che passa a traverso le differenti grossezze d'un vetro istesso, e si è veduto che una tale diminuzione è considerevolissima: ho quindi cercato i mezzi di rimediare a questo incon-

---

di 10 linee di grossezza anch' essi stati fusi a Saint-Gobin: questo deve far presumere, che per la tavola se ne potrebbero senz' alcun rischio fondere anche de' più grossi.

[38] Vedi le *tavole XIV. XV. e XVI.*

veniente, ed ho ritrovato una maniera semplice, ed assai facile di diminuire realmente quanto volevo le grossezze delle lenti, senza perciò diminuirne sensibilmente il diametro, od allungarne il foco.

Questo mezzo consiste a lavorare a scala il mio pezzo di vetro. Supponiamo, a meglio farmi intendere, ch' io voglia diminuir di due pollici la grossezza d'una lente di vetro che abbia 26 pollici di diametro, 5 piedi di foco, e 3 pollici di grossezza nel centro; divido l'arco di questa lente in tre parti, ed avvicino concentricamente ciascuna di queste porzioni d'arco, in maniera che non mi rimanga che un pollice di grossezza nel centro, e formo in ciascun lato una scala di mezzo pollice per avvicinare istessamente le parti corrispondenti: con questo mezzo, facendo una seconda scala arrivo all' estremità del diametro, ed ho una lente a gradini pressochè dello stesso foco, la quale ha il diametro medesimo, e quasi due volte meno di grossezza della prima, il che forma un grandissimo avvantaggio.

Se giungesi a fondere un pezzo di vetro del diametro di 4 piedi sopra due pollici e mezzo di grossezza, e a lavorarla a gradini sopra un foco di 8 piedi; ho calcolato che, lasciando anche un pollice e mezzo di grossezza nel centro di questa lente, e nell' interiore corona de' gradini, il calore

di essa lente, farà a quello della lente del Palazzo Reale, come 28 a 6 senza contare l'effetto della diversità delle grossezze, la quale è considerevolissima, e ch'io non posso valutare d'avvantaggio.

Quest' ultima specie di specchio rifrangente è tutto ciò che può farsi di più perfetto in questo genere; e quand'anche noi lo riducessimo a 3 piedi di diametro sopra 15 linee di grossezza nel centro, e 6 piedi di foco, il che ne renderà meno difficile l'esecuzione, avremmo sempre un grado di calore almeno quattro volte maggiore di quello delle più buone lenti che si conoscono. Oso dire che un tale specchio a gradini sarebbe uno de' più utili stromenti di Fisica: io l'ho ideato già da più di venticinque anni, e tutt'i Letterati ai quali io ne ho parlato, desiderarono che fosse eseguito. Da questo ne verrebbero de' grandi vantaggi pel progresso delle Scienze, ed adattandovi un eliometro, potrebbonsi al suo foco fare tutte le operazioni della Chimica, tanto comodamente, quanto al fuoco de' fornelli, ec.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE, le quali rappresentano il fornello, di cui mi valsi per rendere curvi i Cristalli per farne gli specchi ustorj di diverse specie.

LA *tavola I.* è il piano del fornello a livello di terra, ove vedesi *H K B* un voto che allontana gli inconvenienti del terrapieno sotto il cammino del fornello; questo voto è coperto da una volta, come vedesi nelle figure seguenti.

E R li cenerai disposti in maniera che l'apertura dell' uno è situata nella parte in cui trovasi il vento dell' altro.

L L due contrafforti che assicurano la fabbrica del fornello.

M M altri due contrafforti, l'uso de' quali è lo stesso degli accennati di sopra, dai quali non variano se non per essere alquanto rotondi.

G G G G piani di quattro stanghe di ferro che assicurano il fornello, come spiegherassi più sotto.

La *tavola II.* è l'alzata d'uno de' lati paralelli alla linea *C D* del piano precedente.

H K l'apertura fatta nel focolare del fornello, affine di toglierVi tutta l'umidità.

C C la bocca, ossia la grande apertura del fornello.

A la piccola apertura fatta nel lato oppoſto del tutto ſimile a quella che *l'iſteſſa tavola* rappreſenta colla ſola differenza che l'apertura è più piccola.

Mm uno de' contrafforti rotondi, a lato del quale vedeſi il vento.

R apertura, per la quale l'aria eſteriore paſſa ſotto l'inferriata del focolare.

E il cenerario, *N* il focolare, *P* la porta che lo chiude.

Ll un contrafforte quadrato.

G O, *G O* due delle ſtanghe di ferro ingeſſate in terra, le quali per mezzo de' cerchj di ferro. *D* ſono unite a quelle dell' altro lato, come vedraſſi in una delle figure ſeguenti.

O Θ due ſtanghe di ferro, le quali uniſcono inſieme le due ſtanghe *G O*, *G O*, e tengono ſalda la volta dell' apertura *C C*, la quale è curva.

m D B D I la volta comune del fornello e dei focolari, la di cui figura è ellittica; la diſpoſizione de' mattoni, e degli altri materiali che compongono il fornello rilevaſi facilmente dalla figura.

La *tavola III.* è il proſpetto eſterior del fornello da uno de' lati paralelli alla linea *A B* del piano.

L L, *M M* contrafforti.

H K le eſtremità dell' apertura ſotto il cammino del fornello.

A la piccola apertura, *C* la grande.

G O D, *G O D* le stanghe di ferro, delle quali s'è parlato, congiunte insieme dal vincolo *D D*.

I vincoli *D D* collocati sulla volta *D B D* sono congiunti insieme da un terzo vincolo di ferro.

P è la porta di ferro che chiude il focolare.

Le figure precedenti dimostrano l'esteriore del fornello, l'interiore più interessante vien rappresentato nelle tavole seguenti.

La *tavola IV.* è lo spaccato orizzontale del fornello pel mezzo della grande apertura.

X è il cammino che si è reso concavo sferico.

E E le due inferriate che dividono il focolare dal ceneraio, e sulle quali mettesi il carbone; s'è supposto che la volta fosse trasparente per far meglio vedere la direzione de' ferri che compongono le inferriate.

A la piccola apertura, *C C* la grande.

D D le margini, *L M*, *L M* i contrafforti.

La *tavola V.* è lo spaccato verticale del fornello, seguendo la linea *C D* del piano.

Z il voto sotto il cammino del fornello.

G X K cavità sferica fatta nel cammino del fornello, e sulla quale è collocato il cristallo *G K* ch'è stato ritondato, e di cui esso deve prendere esattamente la figura dopo che sarà stato ammollito dal fuoco.

F F le inferriate, o focolari, al disotto dei quali sonvi i cenerei.

D D le margini che impedifcono alle eftremità del criftallo dalla parte de' focolari d'effere troppo prefto attaccate dal fuoco.

C B C la volta, *C C* lunette che apronfi o chiudonfi fecondo il volere, coprendole con un quadrello di terra cotta, *L M* contrafforti.

La *tavola VI.* rappresenta lo fpaccato del fornello per un piano verticale che paffa per la linea *A B* del piano.

H K L il voto fotto il cammino del fornello.

G X K cavità sferica fatta nel cammino del fornello, e fu cui trovafi già applicato il criftallo *X*.

D D una delle margini, *P* la grande apertura, *Q* la piccola, *C C C* lunette.

C B C la volta fpaccata trafverfalmente, o fecondo il piccolo affe dell' ellipfoide. Della grandezza di ciafcuna parte di quefto fornello giudicheraffi dalle fcale pofte abbaffo a' ciafcuna figura, prefe efattamente dal Sig. Gouffier ful fornello ch' era nel Giardino reale delle piante.

GRANDE SPECCHIO DI RIFLESSIONE, chiamato SPECCHIO d'ARCHIMEDE.

Tavola VII., *figura* 1.

QUefto fpecchio è compofto di trecento feffanta criftalli meffi fu d'un telaio di ferro *G D E F*, ciafcun criftallo è mobile, acciocchè le immagini rifleffe da ciafcuno poffano effere dirette verfo il medefimo punto, e coincidere nello fteffo fpazio.

Il telaio che ha due orecchioni è sostenuto da un pezzo di ferro composto di due sostegni *MB*, *LA* combaciati a dente e cavo nel piano *ZO*; essi vengono arrestati in questa situazione per mezzo della traversa *ab*, e di tre puntelli per ciascuno *NP*, *QP*, *OP*, sissati in *P* nel mezzo del sostegno *MB*, e congiunti pel basso in un bracciuolo *NOQ* che loro serve di sodo; questi bracciuoli hanno degli incastri *NQ*, *IU*, i quali ricevono delle girelle, per mezzo delle quali questa macchina, quantunque molto pesante può liberamente aggirarsi sul suolo di legno *XXY* essendo fermata nel centro di questa piatta-forma dall' asse *RS* che passa nelle due traverse *ZO*, *ab*; ciascun sostegno regge eziandio nella sua parte inferiore una girella, per modo che tutta la macchina vien sostenuta da dieci girelle; la piatta-forma di legno è coperta da lamine di ferro nel giro delle girelle, perchè senza una tale cautela la piatta-forma non sarebbe di lunga durata.

La piatta-forma è sostenuta da quattro forti girelle di legno, l' uso delle quali è di agevolare il trasporto di tutta la macchina da un luogo all' altro.

A fine di poter variare a talento le inclinazioni dello specchio, e di poterlo fermare nella situazione che giudicasi a proposito vi si è adattata la catena *FG*, la quale è unita con dei cerchi, de' quali l' orecchione *B* è il centro; questa ca-

tena è condotta da un rocchetto, il di cui ſtipite *bH* attraverſa il ſoſtegno, ed uno de' puntelli, ed è terminato da un manubrio *HK*, mercè del quale inclinaſi, o alzaſi ad arbitrio.

Finora noi non abbiamo ſpiegata che la coſtruzione generale dello ſpecchio; rimane ora a ſpiegarſi con qual artifizio giungaſi ad ottenere che le immagini differenti rifleſſe da differenti ſpecchi tutte diriganſi al medeſimo punto; ed a queſto ſono deſtinate le figure ſeguenti.

Tavola VIII., figura 2.

XZ una porzione delle ſtanghe che occupano il didietro dello ſpecchio; eſſe ſono in numero di venti, e diſpoſte orizzontalmente, per modo che il loro piano è paralello al piano dello ſpecchio; ciaſcuna di queſte ſtanghe ha diciotto incaſtri *TT*, e lo ſteſſo numero di prominenze *VV* che le ſeparano; queſte ſtanghe ſono attaccate alla parte verticale del telaio dello ſpecchio per mezzo di viti, e tra loro per mezzo di tre o quattro ſtanghe verticali, alle quali eſſe ſono fortemente uniti con viti; dirimpetto a ciaſcun incaſtro *TT* vi ſono le ſpalle *TA*, *TD*, le quali vi ſono fiſſate per mezzo delle madreviti *GA*, le quali occupano la parte bucata del manico della ſpalla dopo ch' eſſa ha attraverſata la groſſezza della ſtanza; le parti ſuperiori di ciaſcuna ſpalla, le quali ſono forate ſervono di legami agli orecchioni della cre-

ce, di cui noi parleremo; questa croce rapprcsentata nèlle *figure* 3. *e* 5. è un pezzo di rame, o di ferro, di cui la figura ne dimostra la forma.

C D Gli orecchioni, i quali entrano ne' buchi fatti in ciascuna spalla, talchè essa si possa movere liberamente in questo buco.

La vite *M L* dopo d'avere attraversata la prominenza *V*, va ad appoggiarsi pel disotto contro l'estremità inferiore *B* del braccio *B A*, nel tempo stesso la molla *K* va ad applicarsi contro l'altra estremità *A* dello stesso braccio; cosicchè allorquando si fa girare la vite nel montare, la molla ristabilendosi fa che la parte *B* del braccio trovisi sempre applicata alla punta della vite; dalla qual costruzione risulta un movimento di ginglimo, o di cerniera, il di cui asse è *B C*, *figura* 2.

Non bastando questo solo movimento se n'è fatto un altro, il di cui asse di movimento incrocicchia il primo ad angolo retto.

Alle due estremità *A* e *B* del braccio *A B* sonosi adattate due piccole spalle *B H*, *A K*, *figura* 5., trattenute come le precedenti per mezzo di viti, e di madreviti.

I buchi *H K* che sono nelle parti superiori di queste spalle ricevono gli orecchioni *D C*, *figura* 4. di una piastra di ferro che noi abbiamo chiamata *porta-cristallo*, la quale può moversi liberamente sulle spalle, ed inclinarsi all' asse *C D* del primo

movimento pel mezzo della vite *F G*, per la quale abbiamo riservato un bozzo *E* nel braccio *A B*, perchè ferva di madrevite immobile; queſta vite applicaſi per mezzo di *E* contro la parte *D B C* del porta-criſtallo, ed allorchè giraſi la vite, sforza queſta parte ad innalzarſi, ma allorquando allentaſi queſta vite, la molla *A L* che s'applica contro la parte *D A C* del porta-criſtallo, lo sforza a ſeguitare ſempre la punta della vite: col mezzo di queſti due movimenti di ginglimo dar ſi può al criſtallo, ch'è ricevuto entro i granchj *A C B* del porta-criſtallo, quella direzione che deſideraſi, e fare così coincidere l'immagine del Sole rifleſſa da un criſtallo, con quella ch'è rifleſſa da un altro.

Tavola IX.

La *figura* 6. rappreſenta il porta-criſtallo nella parte poſteriore, ove ſcorgeſi la vite *F E G*, che s'applica in *G* fuori dell'aſſe del movimento *H K*, e la molla *L*, che applicaſi in *L* dall'altra parte dell'aſſe del movimento.

La *figura* 7. rappreſenta la parte ſuperiore del porta-criſtallo fornito del criſtallo *A C B D*, il rimanente è ſpiegato nell'altre figure.

SPECCHIO DI RIFLESSIONE reſo concavo dalla preſſione d'una vite applicata nel centro.

Tavola X.

LA *figura* 1. rappreſenta lo ſpecchio alzato ſul ſuo piede, *B D C* la forchetta che ſoſtiene lo

specchio; essa è mobile nell' asse verticale, ed è trattenuta in piedi da' tre rami *FFF* per mezzo del cavo *G*.

DE il regolatore delle inclinazioni.

A la testa della vite collocata nel centro dello specchio, e resa concava per suo mezzo.

La *figura* 2. rappresenta lo specchio mirato per la parte posteriore, *B C* i cardini ch' entrano nei fori della forchetta.

F G una stanga di ferro fissata nell' anello dello stesso metallo, la quale circonda il cristallo: questa stanga serve di punto d' appoggio alla vite *D E*, che comprime il cristallo.

B H C K l' anello, o cerchio di ferro sul quale è applicato il cristallo: questo cerchio debb' essere esattamente piano, e perfettamente circolare: la parte sulla quale il cristallo applicasi, copresi con pelle, con cuoio, o stoffa, acciocchè il contatto sia più immediato, ed il cristallo non sia esposto a rompersi.

SPECCHIO DI RIFLESSIONE reso concavo per mezzo della pressione dell' atmosfera.

Tavola XI.

QUesto specchio consiste in un tamburro o cilindro, del quale il cristallo è una delle basi, ed una piastra di ferro è l' altra.

A B, *figura* 1. il cristallo perfettamente piano, *G* una lente tagliata nella grossezza medesima del cristallo.

A E o *B M* l'altezza del cilindro nell'estremità del diametro orizzontale *T L*, dal quale escono due orecchioni, i quali entrano nel capo della forchetta, come fu spiegato parlando dello specchio di rifrazione.

M O il regolatore delle inclinazioni.

N il vincolo per cui passa, e la vite che serve a fermarlo.

N R S P Q il piede ch'è simile a quello dello specchio di rifrazione colla sola differenza ch'è di legno, e che i pezzi hanno un contorno meno ornato, del resto la sua azione è la stessa.

Figura 2. è il profilo dello specchio spaccato in un piano che passa per l'asse del cilindro, ed al quale supponesi che l'occhio sia perpendicolare.

A B il cristallo, di cui scorgesi la grossezza.

C la lente che vi è insieme unita, e il di cui foco è il punto *C*.

E D la base del cilindro, ch'è una piastra di ferro.

A E, *B D* l'altezza, e lo spaccato della superficie cilindrica.

c m uno stoppino inzolfato che si fa passare nella cavità dello specchio dopo d'aver chiusa la vite *K*, il cavo della quale è un cubo fortemente attaccato alla piastra di ferro che serve di fondo allo specchio.

G la medesima vite rappresentata separatamente, *H* una rotella di cuoio che ponesi entro la

testa della vite e suo cavo per togliere interamente il passaggio all' aria.

a b c la concavità che lo specchio acquista dopo che l'aria contenuta nel cilindro è stata consumata dalla fiamma della candela *c m*, alla quale ha dato fuoco la lente *C*.

D F il regolatore delle inclinazioni unito a cerniera al punto *D*.

E m K, *K m D* regoli di ferro posti orizzontalmente sulla base del cilindro a cui sono fortemente attaccati; il loro uso è di fortificare la piastra, e metterla in istato di resistere al peso dell' atmosfera che la comprime egualmente che il cristallo; questa costruzione è rappresentata in un' altra figura, *Tavola XII.*

ALTRO SPECCHIO DI RIFLESSIONE.

Tavola XII.

CONsiste anche questo in un cilindro o tamburo di ferro, di cui una delle basi è un cristallo perfettamente piano; la base opposta, ch'è quella rappresentata dalla *figura* 1. è una piastra di ferro rinforzata dai regoli di ferro posti orizzontalmente *E G*, *F H*, *E K*. L'aria contenuta nel cilindro votasi per mezzo della tromba *B C*, la quale è trattenuta sulla piastra di ferro dai *x x*.

A l'estremità superiore dello stantuffo.

E un tubo di rame sodamente fissato sulla piastra; questo tubo s'è posto in traverso per rice-

vere la chiave *F*, per cui mezzo apresi, o chiudesi la comunicazione dell' interno del cilindro colla tromba.

L M, *m n* la forchetta sulla quale è appoggiato lo specchio, e che è mobile nell' albero *M O*.

M P R Q il piede che ha solamente tre rami, il che fa ch' esso sostenga sempre a perpendicolo anche su d'un piano ineguale.

La *figura* 2. rappresenta lo specchio tagliato giusta la linea *G H*, e dal quale supponesi che siasi già cavata l'aria.

X V Z il cristallo che là pressione dell' aria ha reso concavo.

H G la piastra di ferro che serve di fondo al cilindro.

L N gli orecchioni.

F E la chiave.

E G F H i regoli orizzontali che tengono salda la piastra.

Le *figure* 3. *e* 4. rappresentano in grande lo spaccato del cubo per cui passa la chiave; questo cubo supponesi tagliato per un piano perpendicolare alla piastra, e che passa per la tromba.

c parte del canale piegato a guisa di gomito, fatto nel cubo che comunica coll' interno dello specchio.

b porzione dello stesso canale, che comunica colla tromba.

a la chiave che trovasi tagliata perpendicolarmente al suo asse.

La *figura* 3. rappresenta la situazione della chiave, allorchè la comunicazione è aperta, la porzione *m* del canale rappresentasi dirimpetto alle aperture *b*, *c*.

La *figura* 4. rappresenta la situazione della chiave quando la comunicazione è chiusa; allora la parte *m* del canale rappresentasi più dirimpetto alle medesime aperture.

LENTI COLL' ACQUA.

Tavola XIII.

Figura 1. Lo specchio intero alzato sul suo piede.

A B M C lo specchio composto di due cristalli convessi assicurati l'un contro l'altro dal telaio, o cornice circolare *A B M C*.

B C estremità della forchetta di ferro, che sostiene questo specchio. Nell' estremità di questa forchetta v'è un buco cilindrico atto a ricevere gli orecchioni de' quali è provisto il telaio dello specchio, e sopra i quali esso movesi per variare le inclinazioni.

B K C la forchetta.

K F i G H il piede che sostiene lo specchio; esso è composto di parecchi pezzi.

K L l'albero, o trave che nella sua parte inferiore appoggiasi sulla croce *H I*, *F G*; esso è arrestato nella situazione verticale per mezzo dei quattro puntelli, o puntoni *K G*, *H K*, *K F*, *K I*

che sono di ferro, ed a' quali s' è dato un contorno grazioso.

fghi le rotelle.

Figura 2. Spaccato o profilo dello specchio, nel quale supponesi che l'occhio sia collocato nel piano che divide i due cristalli.

XZ i due cristalli che essendo uniti formano una lente.

or il piano che divide i due cristalli.

bm spaccato del telaio, o anello che tiene uniti i cristalli; quest' anello è composto di due pezzi, i quali si tengono soggetti l'uno all'altro per mezzo di viti, ed entro i quali i cristalli sono uniti con mastico.

a una piccola boccia con due colli, l' uno dei quali comunica col voto che i due cristalli lasciano tra loro per mezzo d'un canale fatto entro i due cristalli, e ch'è incastrato metà nell' uno, e metà nell' altro.

Figura 3. *BDC* la forchetta di ferro che sostiene lo specchio.

DE il pedale della forchetta che entra in un buco verticale fatto nell' asse, o albero *KL* del piede, cosicchè la faccia dello specchio si possa successivamente dirigere a tutt' i punti dell' orizzonte.

D cerchio, nel quale passa il regolatore delle inclinazioni che vi si fissa con una vite.

LENTI

LENTI A GRADINI.

Tavola XIV.

A B cornice circolare per contenere questo specchio a gradini.

C C orecchioni che passano ne' buchi fatti orizzontalmente nella parte superiore della forchetta *D D*; nella sua parte inferiore v'è un pedale anch' esso di ferro, il quale non vedesi quì perchè entra perpendicolarmente, e con qualche facilità nel tronco *E*, affine di potere girare alla diritta, ed alla sinistra.

Il tronco *E* è attaccato fortemente al suo piede, ch' è fatto a guisa di croce, e di cui non se ne possono quì vedere che tre parti segnate *FFF*.

G G G puntelli o puntoni di ferro per maggior fermezza.

H H H rotelle sotto i piedi per collocare facilmente questo specchio nella direzione che giudicasi opportuna.

La *Tavola XV.* rappresenta lo stesso specchio a scalini in prospettiva diretto al Sole per ardere.

A B cornice circolare che contiene il cristallo a scalini.

C C orecchioni che passano ne' fori fatti nella parte superiore della forchetta *D D*.

Nella parte inferiore della forchetta ch' è di ferro, v'è un pedale cilindrico dello stesso metallo che insinuasi agiatamente nell' albero, ma

non assai strettamente affinchè abbia un movimento dolce, e si possa girare a destra, e a sinistra per dirigerlo come piace.

E il trave nel quale passa questo pedale.

FFFF i quattro piedi in forma di croce, ai quali è sodamente attaccato il trave.

GGGG i quattro puntelli anch' essi di ferro.

H il fuoco attivo tratto dal Sole per mezzo della costruzione di questo specchio.

III le rotelle sotto i piedi del porta-specchio.

La *Tavola XVI.* rappresenta gli spaccati de' tre specchi a scalini de' quali, il più facile ad eseguirsi sarebbe quello della *figura* 1. La loro scala è di sei pollici di piede per ciascun piede.

MEMORIA SETTIMA.

OSSERVAZIONI sui colori accidentali, e sull' ombre colorite.

QUantunque in questi ultimi tempi siasi fatto non poco studio intorno alla Fisica de' colori, sembra ciò non ostante, che da Newton in poi non siansi fatti grandi progressi: nè ciò deriva già perchè egli abbia esausta la materia, ma piuttosto perchè i Fisici per la maggior parte hanno atteso più a combatterlo, che ad intenderlo, e perchè quantunque chiari siano i suoi principj, ed incontrastabili le sue sperienze, pochi furono quelli che siansi presa la pena d'esaminare a fondo i rapporti, e l'unione delle sue scoperte, cosicchè io non credo di dover parlare d'un nuovo genere di colori, senza aver date prima idee chiare sulla produzione de' colori in generale.

V'ha parecchi mezzi di produrre colori, il primo si è la rifrazione: un tratto di luce che passa a traverso d'un prisma rifrangesi, e dividesi in maniera da produrre un' immagine colorita composta d'un numero infinito di colori; e le ricerche che fatte si sono sopra questa immagine colorita del Sole, ci hanno dimostrato che la luce di quest' astro è il complesso d'un' infinità di

raggi di luce diversamente colorati; che questi raggi hanno altrettanto diversi gradi di rifrangibilità, quanto differenti colori, e che il colore medesimo ha costantemente il medesimo grado di rifrangibilità. Tutt'i corpi diafani, le superficie de' quali non siano paralelle producono colori per mezzo della rifrazione; e l'ordine di questi colori è invariabile, ed il loro numero, quantunque infinito è stato ridotto a sette principali denominazioni, violetto, indaco, cilestro, verde, giallo, rancio, rosso; ciascuna delle quali denominazioni corrisponde ad un intervallo determinato nell'immagine colorita che contiene tutte le gradazioni del colore determinato; di maniera che nell'intervallo rosso ritrovansi tutte le gradazioni di rosso, nell'intervallo giallo tutte le gradazioni di giallo ec., e ne' confini di questi intervalli i colori intermedj che sono nè gialli, nè rossi ec. Nè senza buone ragioni Newton fissò a sette il numero delle denominazioni de' colori, quantunque l'immagine colorita del Sole ch' egli chiama lo *spettro solare*, non presenti a prima vista che cinque colori, violetto, cilestro, verde, giallo, e rosso, questo non è ancora più che uno scomponimento imperfetto della luce, ed una rappresentazione confusa de' colori. Siccome quest' immagine è composta d'un' infinità di cerchj diversamente colorati, i quali corri-

spondono ad altrettanti dischi del Sole; e che questi cerchj s'avvanzano molto gli uni sopra gli altri, il mezzo di essi è il sito nel quale il miscuglio de' colori è maggiore, e le sole parti rettilinee dell'immagine sono quelle, in cui i colori sono puri; ma siccome esse sono nel tempo stesso debolissime, si stenta a distinguerle, e ricorresi ad un altro spediente per depurare i colori, il quale consiste nel ristringere l'immagine del disco del Sole, il che diminuisce la progressione de' cerchj colorati gli uni sopra gli altri, e per conseguente la mescolanza dei colori: in questo spettro di luce purgata, ed omogenea scorgonsi benissimo i sette colori, ed anche molto più di sette se usasi qualche arte; perciocchè, ricevendo successivamente su d'un filo bianco le differenti parti di questo spettro di luce purgata, ho spesso contato fino a diciotto, o venti colori, la differenza de' quali era sensibile a' miei occhi. Con organi migliori, o con maggior attenzione se ne potrebbono contare anche di più; nè perciò è che il numero della loro denominazione fissar non si debba a sette, e ciò per la ragione ben fondata, che dividendo lo spettro di luce purgata in sette intervalli, e seguendo la proporzione data da Newton, ciascuno di questi intervalli contiene de' colori, i quali, sebbene presi tutti insieme, non sono *scom-*

ponibili per mezzo del prisma o di qualsivoglia altro artifizio, e perciò è stato loro dato il nome *di colori primigenj*. Che se invece di dividere lo spettro in sette, esso dividesi soltanto in sei, o cinque, o quattro, o tre intervalli, allora i colori contenuti in ciascuno di questi intervalli si scompongono per mezzo del prisma, e per conseguente essi non sono puri, nè devono essere risguardati come colori primigenj. I colori primitivi non si possono dunque ridurre a meno di sette denominazioni, ed ammetter non devesi un maggior numero, perchè allora dividerebbonsi inutilmente gl' intervalli in due o più parti, i colori delle quali sarebbono della natura medesima, e ciò sarebbe un separare mal a proposito una stessa specie di colore, e dare a cose simili, nomi differenti.

Trovasi per caso singolare che l'estensione proporzionale di questi sette intervalli di colori, corrisponde esattamente all' estensione proporzionale de' sette tuoni della musica, ma questo è un puro caso, dal quale non devesi dedurre alcuna conseguenza; questi due risultati sono indipendenti l'uno dall' altro, e non bisogna troppo ciecamente abbandonarsi allo spirito di sistema per pretendere, in virtù d' un rapporto fortuito, di sottomettere l' occhio, e l'orecchio a leggi comuni, ed adattare ad uno di questi or-

Digitized by Google

gani le regole dell' altro, immaginando che sia possibile di fare un concerto agli occhi o un paesetto agli orecchi.

Questi sette colori prodotti dalla rifrazione sono inalterabili, e contengono tutt' i colori, e tutte le gradazioni de' colori che sono al mondo; i colori del prisma, quelli del diamante, quelli dell' iride, delle immagini degli aloni, dipendono tutti dalla rifrazione, e ne seguono esattamente le leggi.

La rifrazione non è però il solo mezzo di produrre colori, e la luce, oltre la sua qualità rifrangibile ha dell' altre proprietà, le quali, quantunque dipendenti dalla medesima causa generale, producono effetti differenti; perciocchè nell' istessa maniera che la luce rompesi, e dividesi in colori passando da un mezzo in un altro mezzo trasparente, essa rompesi eziandio nel passare vicino alla superficie d' un corpo opaco; e questa specie di rifrazione che operasi nello stesso mezzo, chiamasi *inflessione*, ed i colori che produce sono gli stessi di quelli della rifrazione ordinaria; i raggi violetti che sono i più rifrangibili, sono eziandio i più flessibili, e la frangia colorata dall' inflessione della luce non differisce se non nella forma dallo spettro colorito prodotto dalla rifrazione; e se diversa è l' intensità de' colori, l' ordine ne è però

lo ſteſſo, le proprietà tutte ſimili, il numero eguale, la qualità primitiva ed inalterabile comune a tutti tanto nella rifrazione, quanto nell' infleſſione, la quale anch' eſſa realmente non è che una ſpecie di rifrazione.

Ma il più potente mezzo di cui la Natura ſerveſi per produrre i colori, ſi è la rifrazione [39]; tutt' i colori materiali da eſſa dipendono, il vermiglione è roſſo non per altro, ſe non perchè riflette abbondantemente i raggi roſſi della luce, ed aſſor-

[39] Confeſſo che non ſono del ſentimento di Newton al propoſito della rifleſſibilità de' differenti raggi della luce. La ſua definizione della rifleſſibilità non è generale quanto baſti per eſſere ſoddisfacente; egli è ſicuro che la maggiore facilità ad eſſere rifleſſo è la ſteſſa ſola che la maggior rifleſſibilità, è neceſſario che queſta maggiore facilità ſia generale in tutt' i caſi: ora chi ſa ſe il raggio violetto ſi rifletta più facilmente in tutt' i caſi a motivo ch' eſſo in un caſo particolare rientra nel vetro più facilmente degli altri raggi; la rifleſſione della luce ſegue le ſteſſe leggi del ribalzo di tutt' i corpi elaſtici; quindi conchiuder deveſi che le particelle di luce ſono elaſtiche, e per conſeguente la rifleſſibilità della luce ſarà ſempre proporzionata alla ſua elaſticità, ed allora i raggi più rifleſſibili ſaranno quelli che avranno maggiore elaſticità; qualità difficile da miſurarſi in materia di luce, poichè non può miſurarſi l'intenſità d'una molla ſe non dalla velocità che produce. Perchè dunque foſſe poſſibile il fare una ſperienza ſu

bisce gli altri: l'oltremare non appare azzurro se non in quanto riflette fortemente i raggi cilestri, e riceve ne' suoi pori tutti gli altri raggi che vi si disperdono. Lo stesso è degli altri colori de' corpi opachi, e trasparenti; la trasparenza dipende dall'uniformità di densezza; e tostochè le parti componenti d'un corpo, di qualunque figura esse sieno, sono d'eguale densezza, il corpo sarà sempre trasparente. Se un corpo trasparente riducesi ad una assai piccola gros-

ciò, converrebbe che i satelliti di Giove fossero illuminati successivamente da tutt' i colori del prisma per riconoscere dai loro ecclissi, se vi fosse più o meno di velocità nel movimento della luce violettà che nel movimento della luce rossa; imperciocchè dal solo paragone della velocità di questi due differenti raggi può comprendersi se l'uno ha maggior elasticità dell'altro, o maggiore riflessibilità. Ma non si è mai osservato che i satelliti nel momento della loro emersione fossero comparsi violetti, ed in seguito illuminati successivamente da tutt' i colori del prisma; dunque è presumibile che i raggi di luce abbiano tutti a un dipresso un' eguale elasticità, e per conseguente altrettanto di riflessibilità. Altronde il caso particolare, in cui il violetto sembra essere più riflessibile non proviene che dalla rifrazione, e non sembra appartenere alla riflessione, com'è facile a dimostrarsi. Newton ha dimostrato all'ultima evidenza che i raggi differenti sono inegualmente rifrangibili; che il rosso lo è meno, ed il violetto più di tutti; non è dunque da stupirsi che

fezza, questa piastra sottile produrrà colori, l'ordine, e le principali apparenze dei quali sono molto differenti dai fenomeni dello spettro, o della frangia colorata; quindi questi colori non derivano già dalla rifrazione, ma dalla riflessione: le piastre sottili de' corpi trasparenti, le bolle di sapone, le penne degli uccelli ec., appariscono colorate perchè riflettono certi raggi, e lasciano passare od assorbiscono gli altri; tali colori hanno le loro leggi, e dipendo-

---

ad una certa obbliquità il raggio violetto trovandosi, nell' uscire dal prisma, più obbliquo nella superficie di tutti gli altri raggi sia il primo ad essere attratto dal vetro, ed obbligato d'entrarvi, laddove gli altri raggi, l'obbliquità de' quali è minore continuano il loro corso senza essere attratti ed obbligati d'entrare nel vetro: questo non è dunque, come Newton pretende una vera riflessione, bensì solo un effetto della rifrazione. Parmi dunque ch' egli non dovesse assicurare in generale che i raggi più rifrangibili fossero i più riflessibili. Ciò non mi sembra vero se non considerando quest' effetto della rifrazione come una riflessione, ciò che non è lo stesso; perciocchè egli è evidente che una luce che cada su d'uno specchio, e che ri percotesi formando un angolo di riflessione eguale a quello d'incidenza, forma un caso molto differente da quello in cui essa trovasi nell' uscire d'un vetro sì obbliquo nella superficie, che n'è obbligata ad entrarvi; questi due fenomeni niente hanno di comune, e non possono, a mio parere spiegarsi colla medesima causa.

no dalla grossezza della piastra sottile, una certa grossezza produce costantemente un certo colore, tutt'altra non può produrlo, ma ne produce un altro; ed allorchè questa grossezza è diminuita all' infinito, di maniera che, invece d'una piastra sottile e trasparente altro non vi sia che una superficie levigata su d'un corpo opaco, questa levigatezza che può risguardarsi come il primo grado della trasparenza, anch'essa per mezzo della riflessione produce de' colori, i quali eziandio hanno altre leggi; perciocchè, allorquando lasciasi cadere un tratto di luce su d'uno specchio di metallo, questo tratto di luce non riflettesi tutt' intiero sotto lo stesso angolo, ma se ne disperde una parte che produce de' colori, i fenomeni de' quali siccome anche quelli delle piastre sottili non sono per anco stati bastantemente osservati.

Tutt' i colori de' quali ho parlato ora sono naturali, e dipendono unicamente dalle proprietà della luce; ma ve n'ha altri, i quali mi sembrano accidentali, e che dipendono non meno dal nostro organo, che dall' azion della luce. Allorchè l'occhio è battuto o stretto, veggonsi de' colori in mezzo all' oscurità, ed anche veggonsi dei colori quando quest' organo è mal disposto, o affaticato. Questo è quel genere di colori ch' io ho creduto dover chiamare *colori*

accidentali per diſtinguerli dai colori naturali, e perchè realmente non compajono ſe non quando l'organo è sforzato, o è ſtato troppo fortemente ſcoſſo.

Prima del Dott. Jurin [40] non v'è chi abbia fatta la menoma oſſervazione ſu queſto genere di colori, i quali per altro per molti rapporti appartengono ai colori naturali, ed io, che ho ſcoperto una ſerie di fenomeni ſingolari ſu queſta materia ſono per riferirli più ſuccintamente che mi ſarà poſſibile.

Allorchè guardaſi fiſo, ed a lungo una macchia, od una figura roſſa ſu d'un fondo bianco, come ſarebbe un piccolo quadrato di carta roſſa ſu d'un foglio bianco, vedeſi naſcere all'intorno del piccolo quadrato roſſo una ſpecie di corona d'un verde debole; e ſe ceſſando dal mirare il quadrato roſſo, portaſi l'occhio ſul foglio bianco, vedeſi diſtintamente un quadrato d'un verde dilicato, tirante alquanto all'azzurro, e queſt'apparenza ſuſſiſte per più o meno di tempo, ſecondo che più o meno forte è ſtata l'impreſſione del color roſſo. La grandezza del quadrato verde imaginario è la ſteſſa di quella del quadrato reale roſſo, e

[40] Saggio, *Upon diſtinct and indiſtinct viſion*, *pag*. 115., delle note ſull'Ottica di Smith, *Tom.II.* ſtampato a Cambridge nel 1738.

questo verde non isparisce se non dopo che l'occhio si è rassodato, e diretto successivamente su parecchi altri oggetti, l'immagini de' quali distruggono la troppo forte impressione cagionata dal rosso.

Mirando fissamente e per lungo tempo una macchia gialla su d'un fondo bianco, scorgesi nascere all'intorno della macchia una corona d'un azzurro smonto, e col lasciar di guardare la macchia gialla, e portando l'occhio in un'altra parte del fondo bianco, vedesi distintamente una macchia azzurra della stessa figura, e della stessa grandezza della macchia gialla, e questa apparenza dura almeno tanto, quanto l'apparenza del verde prodotta dal rosso. Dopo aver fatto io stesso questa sperienza, e dopo averla fatta ripettere da altri, gli occhi de' quali erano migliori, e più resistenti de' miei, m'è sembrato che l'impressione del giallo fosse ancora più forte di quella del rosso, e che il color cilestro ch'essa produce si cancellasse più difficilmente, e durasse più a lungo del color verde prodotto dal rosso; il che sembra provare, come Newton ha supposto, che il giallo fra tutt'i colori è quello che stanca di più i nostri occhi.

Se guardasi fissamente e per lungo tempo una macchia verde su d'un fondo bianco vedesi nascere all'intorno della macchia

verde un color biancaſtro appena colorito d'una piccola tinta di porpora, ma ceſſando di mirare la macchia verde, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo bianco, vedeſi diſtintamente una macchia di color porporino dilavato, ſimile a quello d'un amatiſta ſmonta; ed una tale apparenza è più debole, ed alquanto meno durevole di quella de' colori azzurri, e verdi prodotti dal giallo, e dal roſſo.

Egualmente mirando fiſo, e per lungo tempo una macchia azzurra ſu d'un fondo bianco, vedeſi naſcere all'intorno della macchia azzurra una corona biancaſtra alquanto tinta di roſſo, e ceſſando di guardare la macchia azzurra, e dirigendo l'occhio al fondo bianco, ſcorgeſi una macchia d'un roſſo dilavato, ſempre della ſteſſa figura, e grandezza della macchia azzurra, e queſta apparenza non dura più a lungo che l'apparenza porporina prodotta dalla macchia verde.

Mirando parimenti con attenzione una macchia nera ſu d'un fondo bianco, all'intorno della macchia nera vedeſi apparire una corona d'un bianco vivo, e ceſſando di guardare la macchia nera, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo bianco, vedeſi la figura della macchia eſattamente delineata, e d'un bianco molto più vivo di quello del fondo; queſto bianco

non è smontato, ma è un bianco lucido, simile al bianco del primo ordine delle anella colorate descritte da Newton; ed all' opposto se mirasi per lungo tempo una macchia bianca su d'un fondo nero, scorgesi la macchia bianca scolorarsi, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo nero, vi si vede una macchia d'un nero più vivo di quello del fondo.

Ecco dunque una serie di colori accidentali, la quale ha de' rapporti colla serie de' colori naturali; il rosso naturale produce il verde accidentale, il giallo produce l'azzurro, il verde produce il porporino, l'azzurro produce il rosso, il nero produce il bianco, e il bianco produce il nero. Questi colori accidentali non esistono se non nell'organo stanco, poichè un' altr' occhio non li vede; essi hanno eziandio un' apparenza che li distingue dai colori naturali, ed è ch' essi sono delicati, lucidi, e sembrano esistere a diverse distanze, secondo che ad oggetti vicini, o lontani si riferiscono.

Tutte queste sperienze sono state fatte su colori smontati, con pezzi di carta, o di stoffe colorite, ma riescono anche meglio allorchè si fanno sopra colori lucidi, come con oro lucido e levigato invece della carta, o stoffa gialla con argento lucido in cambio di carta bianca, con lapislazzulo

in cambio di carta azzurra ec., poichè l'impreffione di quefti colori lucidi è più viva, e dura affai più a lungo.

Tutto il mondo fa che dopo aver mirato il Sole, l'immagine colorata di queft' aftro portafi, qualche volta per molto tempo fopra tutti gli oggetti, perchè la luce troppo viva del Sole produce in un' iftante, ciò che la luce ordinaria de' corpi non produce che in un minuto o due d'attenzione fiffa dell' occhio fui colori. Quefte immagini colorite del Sole, che l'occhio abbagliato, e troppo fortemente fcoffo porta dappertutto, fono colori dello fteffo genere di que' che abbiamo ora defcritti, e la fpiegazione delle loro apparenze dipende dalla medefima teoria.

Io non m'impegnerò a dar qui le idee che mi fono nate a quefto propofito, perciocchè, quantunque ficuro delle mie fperienze non fono ancora certo abbaftanza delle confeguenze che dedurre fe ne poffono per ardire ad arrifchiare propofizioni fulla teoria di quefti colori, e quindi mi accontenterò di riferire altre Offervazioni in conferma delle Sperienze precedenti, le quali fenza dubbio ferviranno a rifchiarare quefta materia.

Guardando fifo, e per affai lungo tempo un quadrato d'un roffo vivo fu d'un fondo bianco, fcorgefi tofto apparire la pic-

cola corona di verde delicato, di cui poch' anzi ho parlato: continuando in seguito a mirar fiso il quadrato rosso, vedesi il mezzo del quadrato scolorarsi, caricarsi di colore i lati e formarsi come un quadro d'un rosso più forte, e molto più carico che il mezzo; dippoi allontanandosi alquanto, e continuando a mirar sempre fiso vedesi il quadrato di rosso carico dividersi in due nei quattro lati, e formare una croce d'un rosso parimenti carico; il quadrato rosso allora sembra come una finestra attraversata nel suo mezzo da un grosso telaio, e quattro afficelli bianchi, poichè il quadrato di questa specie di finestra è d'un rosso tanto forte, quanto il telaio; proseguendo sempre a mirare con ostinatezza, quest' apparenza cangia ancora, e tutto riducesi ad un rettangolo d'un rosso sì carico, sì forte, e sì vivo, che abbaglia interamente gli occhi. Questo rettangolo è della medesima altezza del quadrato, ma non ha la sesta parte della sua larghezza: questo è il sommo grado di fatica a cui l'occhio può reggere; ed allorchè finalmente l'occhio rimuovesi da quest' oggetto, e volgesi ad un' altra parte del fondo bianco, invece del quadrato rosso reale, vedesi l'immagine del rettangolo rosso immaginario esattamente delineata, e d'un color verde lucido; ed una tale impressione sussiste per assai lungo tem-

po, non si scolora che a poco a poco, e rimane nell'occhio anche dopo averlo chiuso. Quanto dissi del quadrato rosso succede altresì quando mirasi per lunghissimo tempo un quadrato giallo o nero, o di qualsivoglia altro colore; vedesi egualmente il quadrato giallo o nero, la croce ed il rettangolo, e l'impressione che rimane è un rettangolo azzurro se si è mirato il giallo, un rettangolo bianco lucido se si è guardato un quadrato nero ec.

Feci fare le sperienze ora riferite a parecchie persone, le quali hanno veduto i medesimi colori, le medesime apparenze. Un mio amico in questa occasione m'assicurò, che avendo un giorno mirato da un piccolo foro un ecclisse di Sole, aveva per più di tre settimane portata l'immagine colorata di quest'astro sopra tutti gli oggetti; che quando fissava i suoi occhi su di un giallo lucido, come in una cornice dorata vedeva una macchia porporina, e sull'azzurro come in un tetto d'ardesia, una macchia verde. Io stesso sovente mirato avendo il Sole vidi i medesimi colori; ma siccome temevo di pregiudicare agli occhi fissandoli in quest'astro, ho anzi voluto continuare le mie Sperienze sulle stoffe colorate, ed ho ritrovato che realmente questi colori accidentali cangiano mischiandosi coi colori naturali, e ch'essi seguono le stesse regole

riguardo alle apparenze; perciocchè allorquando il color verde accidentale prodotto dal rosso naturale cade su d' un fondo rosso lucido, questo color verde diventa giallo; e se il colore accidentale azzurro prodotto dal giallo vivo cade su d' un fondo giallo esso diventa verde; talmente che i colori che risultano dal miscuglio di questi colori accidentali coi colori naturali, seguono le stesse regole ed hanno le medesime apparenze dei colori naturali nella loro composizione, e nel loro miscuglio con altri colori naturali.

Queste osservazioni potrebbono essere di qualche vantaggio per la cognizione delle malattie degli occhi, le quali probabilmente derivano da una grande scossa cagionata dalla impressione troppo viva della luce; una delle quali malattie è il vedersi sempre avanti a suoi occhi delle macchie colorate, de' cerchj bianchi, o delle punte nere, come mosche che svolazzino. Ho sentito parecchie persone lagnarsi di questa specie d'incomodo, ed ho letto in qualche autore di medicina che la gotta serena è sempre preceduta da queste punte nere. Io non so se il loro sentimento sia fondato sull' esperienza, perciocchè ho provato io stesso un tale incomodo; ho veduto per più di tre mesi delle punte nere in quantità così grande da esserne assai inquieto; avevo verosi-

milmente affaticati i miei occhi nel fare, e ripetere troppo spesso le sperienze precedenti, e nel mirare qualche volta il Sole, perciocchè le punte nere comparvero in questo stesso tempo, quando prima in vita mia non ne avevo vedute; alla fine però m'incomodarono siffattamente, massime nel mirar a pieno giorno oggetti molto illuminati, ch'ero forzato di rimuoverne gli occhi; il giallo principalmente m'era insoffribile; ed io fui obbligato a cangiare le tende gialle ch'erano nella camera ove abitavo, sostituendone delle verdi; mi sono guardato dal mirare tutti i colori troppo forti, e tutti gli oggetti lucidi, e a poco a poco il numero de' punti neri si è diminuito, cosicchè al presente non me ne sento incomodato. Ciò che mi ha convinto che i detti punti neri derivassero dalla troppo forte impressione della luce si è che dopo avere mirato il Sole ho sempre veduto un immagine colorita, la quale ho più o meno a lungo scorta su tutti gli oggetti, e seguendo con attenzione le differenti gradazioni di quest' immagine colorata, riconobbi ch'essa scoloravasi a poco a poco, e che alla fine non osservavo sugli oggetti se non una macchia nera da principio molto grande, e che diminuivasi in seguito insensibilmente, e riducevasi alla fine ad un punto nero.

In quest' occasione sono per riferire un fatto molto osservabile, ed è ch' io non ero mai tanto incomodato da questi punti neri, che quando il cielo trovavasi coperto di nubi bianche: giorni di questa sorte m' affaticavano molto più che la luce d' un ciel sereno, e ciò perchè realmente la quantità di luce riflessa da un cielo coperto di nubi bianche è molto più grande della quantità di luce riflessa dall' aria pura; e perchè, toltone gli oggetti illuminati immediatamente dai raggi del Sole, tutti gli altri oggetti, che sono nell' ombra, sono molto meno illuminati di quelli che rischiarati vengono dalla luce riflessa da un cielo coperto di nubi bianche.

Prima di por fine a questa Memoria, io credo di dover accennare anche un fatto che sembrerà forse straordinario, ma che non è però meno certo, ed io stupisco che non sia stato osservato. Le ombre de' corpi, le quali per loro essenza essere debbono nere, perciocchè altro esse non sono che la privazion della luce, le ombre dissi, sono sempre colorite tanto al levare, quanto al tramontare del Sole: osservai durante la state dell' anno 1743. più di trenta volte l' aurora, ed altrettante il tramontare del Sole, e tutte le ombre che cadevano sopra il bianco come sopra un muro bianco, erano qualche volta verdi, ma più spesso az-

zurre, e d'un azzurro così vivo quanto il più bel turchino. Dimoſtrai un tale fenomeno a parecchie perſone, le quali meco ſtupironſi: la ſtagione niente influiſce, giacchè non ſono otto giorni (15. Novembre 1743.) ch'io ho veduto delle ombre azzurre, e chiunque vorrà darſi la briga di guardare l'ombra d'uno de' ſuoi diti allo ſpuntare, ed al tramontare del Sole, ſu d'un pezzo di carta bianca, vedrà com' io ho veduto queſt' ombra azzurra. Io non ſo che verun Aſtronomo, che verun Fiſico, e finalmente che alcun' altro abbia parlato d'un tale fenomeno, ed ho creduto che in grazia della novità mi ſi permetterebbe di riferire in compendio queſta oſſervazione.

Nel meſe di Luglio del 1743., tempo in cui ero occupato dietro a' miei colori accidentali, e cercavo di veder il Sole, alla luce del quale l'occhio regge meglio quando tramonta, che non in altr'ora del giorno, per riconoſcere in ſeguito i colori, e le mutazioni cagionate da queſta impreſſione, oſſervai che le ombre degli alberi, le quali cadevano ſu d'una muraglia bianca, erano verdi: io ritrovavami in un luogo alto, ed il Sole tramontava in un ſeno di monti, talchè ſembravami molto abbaſſato al diſotto del mio orizzonte; il cielo era ſereno, dall' occidente in fuori, il quale, quantunque ſgombro di nubi, era carico

d'un velo trasparente di vapori d'un giallo rossastro; il Sole stesso era assai rosso, e la sua grandezza apparente almeno quattro volte maggiore di quella ch' è al mezzo giorno; osservai dunque distintissimamente le ombre degli alberi, i quali erano alla distanza di 20., e 30. piedi dal muro bianco, tinte d'un verde dilicato, tirante alquanto al cilestro; l'ombra d'un pergolato distante 3. piedi dal muro, era perfettamente delineata sul muro, come se fosse stata recentemente dipinta con verderame: una tale apparenza durò 5. minuti incirca, dopo di che il colore s'indebolì colla luce del Sole, e non disparve interamente se non colle ombre. All'indomani allo spuntar del Sole andai a vedere altre ombre su di un muro bianco, ma invece di trovarle verdi, come io m'aspettavo, le trovai azzurre, o piuttosto del color dell'endico più vivo: il cielo era sereno, e non eravi che a Levante un piccolo velo di vapori giallastri; il Sole spuntava da una collina in maniera che sembravami innalzato al di sopra del mio orizzonte, e le ombre cilestri non durarono che 3. minuti, dopo il qual tempo mi sembrarono nere; nello stesso giorno al tramontare del Sole tornai a vedere le ombre verdi come le avevo vedute il giorno innanzi. Passarono in seguito sei giorni senza poter osservare le ombre al tramontare del

Sole per essere sempre tutto coperto di nubi; il settimo giorno al tramontare del Sole vidi che le ombre non erano più verdi, ma tinte d'un bell' azzurro, osservai che i vapori non erano molto abbondanti, e che il Sole essendosi ne' sette giorni avvanzato tramontava dietro un monte, che lo faceva sparire prima che potesse abbassarsi al disotto del mio orizzonte. Dopo questo tempo io ho spessissimo osservate le ombre tanto allo spuntare, quanto al tramontare del Sole, e non le vidi mai se non cilestre, qualche volta d'un azzurro assai vivo, e qualche volta d'un azzurro pallido, d'un azzurro carico, costantemente però cilestri.

Questa Memoria è stata stampata con quelle dell' Accademia Reale delle Scienze dell' anno 1743. Eccovi ciò che stimo dover aggiugnere al giorno d'oggi (anno 1773.).

Alcune osservazioni più frequenti m'hanno fatto conoscere che le ombre non appariscono mai verdi allo spuntare, o al tramontare del Sole, se non quando l'orizzonte è carico di molti vapori rossi; in ogn' altro caso le ombre sono sempre azzurre, e tanto più, quanto più sereno è il cielo. Questo colore azzurro delle ombre altro non è che il colore stesso dell' aria, ed io non so per qual motivo alcuni Fisici abbiano definita l'aria un fluido *in-*

vi-

visibile (*), *senz' odore*, *e sapore*, poichè egli è certo che l'azzurro celeste non è altro che il colore dell' aria; che per certo abbisogna una grande spessezza d'aria, perchè il nostr' occhio distingua il colore di questo elemento, ma che tuttavia allorchè miransi da lontano oggetti oscuri, esse veggonsi più o meno azzurre. Questa osservazione che i Fisici non avevano fatta sulle ombre, e sugli oggetti oscuri mirati da lontano, non è stata trascurata da' bravi Pittori, e deve di fatti servir di base al colore degli oggetti lontani, i quali tutti avranno una tinta azzuriccia tanto più sensibile, quanto più si supporanno lontani dal punto di vista.

Mi si potrà chiedere, come questo colore azzurro che non è sensibile al nostro occhio se non quando v' è una grandissima spessezza d' aria, tuttavia allo spuntare, ed al tramontare del Sole osservasi così bene alla distanza d'alcuni piedi? Com' è possibile che questo colore dell' aria che appena è sensibile alla distanza di dieci mille tese, possa dare all' ombra nera d' un pergolato lontano dalla muraglia bianca niente più di tre piedi un colore del più bell' azzurro: dalla soluzione di questa questione dipende

(*) Dizionario di Chimica, *articolo dell' Aria*.

appunto la ſpiegazione del fenomeno. Egli è certo che la piccola ſpeſſezza d'aria, la quale non è che di tre piedi tra il pergolato ed il muro non può comunicare al color nero dell' ombra una tinta così forte d'azzurro, perchè ſe ciò foſſe vedrebbonſi nel mezzo dì, ed in tutti gli altri tempi del giorno le ombre cileſtri, come veggonſi allo ſpuntare, ed al tramontare del Sole. Dunque queſt' apparenza non dipende ſoltanto, anzi quaſi niente dalla ſpeſſezza dell' aria tra l'oggetto e l'ombra. E' neceſſario però conſiderare che allo ſpuntare ed al tramontare del Sole, la luce di queſt' aſtro, debole eſſendo nella ſuperficie della Terra, quanto può eſſerlo per la maſſima obliquità di eſſo, le ombre ſono meno denſe, cioè meno nere nella ſteſſa proporzione; e nel tempo ſteſſo la Terra non eſſendo più illuminata ſe non da queſta luce debole del Sole, la quale ne rade ſoltanto la ſuperficie, la maſſa dell' aria, la quale è più alta, e riceve eziandio per conſeguente meno obliquamente la luce del Sole, ci tramanda queſta luce, e ci illumina allora tanto, e forſe più che non il Sole. Ora queſt' aria pura ed azzurra non può illuminarci ſe non col tramandarci una gran quantità di raggi del ſuo ſteſſo colore azzurro, ed allorchè queſti raggi azzurri che l'aria riflette cadranno ſopra oggetti privi d'ogn' altro co-

lore, come le ombre, essi le comunicheranno una più o meno forte tinta d'azzurro, secondo che meno vi sarà di luce diretta del Sole, e più di luce riflessa dell' atmosfera. Potrei aggiugnere parecchie altre cose, le quali ci condurebbero alla spiegazione del fenomeno, ma penso che quanto ho detto finora sia bastante, perchè i begl' ingegni l'intendano, e ne rimangano soddisfatti.

Io credo di dover accennar qui alcuni fatti osservati dal Sig. Abbate Millot una volta decano e gran vicario di Lione, il quale ebbe la bontà di comunicarmeli con sue lettere de' 18. Agosto 1754., e lo Febbrajo 1755., delle quali ne porgo l'estratto. „Non solamente allo spuntare, ed al
„ tramontare del Sole coloransi le ombre:
„ a mezzo giorno coperto essendo di nubi
„ il cielo, trattone qualche parte di esso,
„ dirimpetto d'una di quelle aperture che
„ le nubi lascian tra loro, feci cadere delle
„ ombre d'un assai bell' azzurro su della
„ carta bianca, in lontananza d'alcuni
„ passi da una finestra. Unite essendosi le
„ nubi, l'azzurro disparve. Aggiugnerò di
„ passaggio che più d'una volta ho veduto
„ l'azzurro del cielo dipingersi come in
„ uno specchio su d'un muro ove la luce
„ cadeva obliquamente. Sonovi ancora al-
„ tre osservazioni a mio giudizio più in-

„ tereſſanti, ma prima di farne il novero
„ mi trovo obbligato di abbozzare la to-
„ pografia della mia camera: eſſa è a ter-
„ zo piano; la fineſtra in vicinanza d'un
„ angolo ad occidente, la porta quaſi di-
„ rimpetto. Queſta porta mette in una
„ galleria, in fine della quale alla diſtan-
„ za di due paſſi v' è una fineſtra ſituata
„ a mezzo giorno. Le luci delle due fine-
„ ſtre s' uniſcono reſtando aperta la porta
„ contro uno de' muri; ed è appunto in
„ quel ſito ch' io ho veduto delle ombre
„ colorite quaſi in tutte le ore, ma prin-
„ cipalmente verſo le dieci della mattina.
„ I raggi del Sole ancora obliquamente ri-
„ cevuti dalla fineſtra della galleria, non
„ cadono per mezzo di quella della came-
„ ra, ſul muro poch' anzi accennato. Col-
„ loco in diſtanza di qualche pollice dal
„ detto muro delle ſedie di legno a ſpal-
„ liera forata. Le ombre allora ſono di
„ colore qualche volta viviſſimo; ed io ne
„ ho vedute alcune, le quali, quantunque
„ delineate dalla ſteſſa parte erano l' una
„ d' un verde carico, l'altra d' un bel tur-
„ chino. Quando la luce impiegaſi in ma-
„ niera che le ombre ſiano egualmente ſen-
„ ſibili da una parte, e dall' altra, quella
„ che è oppoſta alla fineſtra della camera
„ è o azzurra, o violetta; l'altra ora ver-
„ de, ora giallaſtra. Queſta è accompa-

„ gnata d'una specie di penombra ben co-
„ lorita che forma come una doppia cor-
„ nice azzurra d'una parte, dall' altra
„ verde o rossa, o gialla, secondo l'inten-
„ sità della luce. S' io chiudo le imposte
„ della mia finestra, i colori di questa pe-
„ nombra, sovente hanno maggiore luci-
„ do; e scompajono se chiudo la porta per
„ metà. Devo aggiugnere che il fenome-
„ no non è poi così sensibile nell' inverno.
„ La mia finestra è all' occidente d' estate,
„ ed io feci le mie prime sperienze in que-
„ sta stagione, in tempo in cui i raggi del
„ Sole cadevano obliquamente sul muro
„ che fa angolo con quello, in cui le om-
„ bre coloravansi.

Da queste osservazioni del Sig. Abbate Millot scorgesi che basta che la luce del Sole cada assai obliquamente su d'una superficie, perchè l'azzurro del cielo, la di cui luce cade sempre direttamente vi si dipinga, e colorisca le ombre. Ma le altre apparenze da lui accennate non dipendono se non dalla posizione de' luoghi, e da altre circostanze accessorie.

Fine del Tomo secondo.

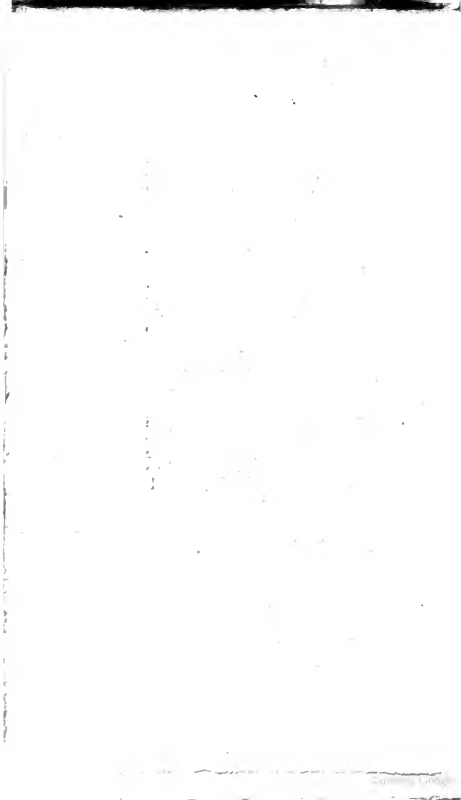



TAVOLA
DELLE MATERIE
Contenute ne' primi due Tomi di questo Supplimento.

A

ACIDI (gli) in gran parte derivano dalla decomposizione delle sostanze minerali o vegetabili; prova di quest' asserzione. *Tom. I., pag.* 60. Non devono la loro liquidità se non alla quantità d'aria e di fuoco che contengono: *ivi*, 135. Contengono sempre una certa quantità d' alkali: *ivi*, 137.
ACIDI ed ALKALI. Havvi più di terra e meno d'acqua negli alkali, ed all' opposto meno di terra, e più d'acqua negli acidi, *Tom. I.*, 134.
ACIDI *nitrosi* (gli) contengono una prodigiosa quantità d'aria e di fuoco fissi. *Tom. I.*, 60.
ACQUA (l') come tutte le altre materie del globo, ha un gran grado di calore suo proprio, ed indipendente da quello del Sole. *Tom. I.*, 44. 45. Essa è pure calda nel mare alla profondità di 100. e 200. braccia quanto essa è calda alla sua superficie, *ivi*. Basta far scaldare od agghiacciare dell' acqua, perchè l' aria ch' essa contiene ripiglj la sua elasticità, e si sollevi in gallozzole sensibili alla sua superficie. *Tom. I.*, 118. L'acqua o gelata, o bollente che sia nel liquefarsi, o nel raffreddirsi, riacquista l'aria che aveva perduta: *ivi*, 119. L'acqua essendo presa in massa, è niente elastica, essa lo è moltissimo, divisa che sia, e ridotta in picciole parti: *ivi*, 120.

— Essa può trasformarsi in aria, quando sia rarefatta quanto basti per sollevarsi in vapori: *Tom. I.*, 120. 121 Sua trasformazione in materia soda col feltro animale: *ivi*, 126. — Essa s' unisce primieramente, ed in seguito coi sali, e col mezzo di questi entra nella composizione dei minerali: *ivi*, 132. 133. — La durata del calore nell' acqua è più esattamente proporzionale alla sua densità che nei corpi solidi: ragione di quest' effetto: *ivi*, 188. 189.

AFFINITA'. Il grado d'affinità dell'aria coll' acqua dipende in gran parte da quello della sua temperatura, e questo grado nel suo stato liquido è presso che lo stesso che quello del calor generale della superficie della terra. *Tom. I.*, 119. I gradi d'affinità dipendono assolutamente dalla figura delle parti integranti dei corpi: *ivi*, 120.

AFFINITA' *chimiche* (le) non hanno altri principj, fuorchè quello dell' attrazione universale, comune a tutte le materie. — Questa gran legge sempre costante, sempre la medesima, non sembra variare che per la sua espressione, la quale non può essere la medesima, allorchè la figura de' corpi entra qual elemento nella loro distanza. *Tom. I.*, 2. 92. *e seg.*

ALBERI. Il calore dell' atmosfera è assai maggiore nella state, che il calore proprio dell' albero; ma nell' inverno questo calore proprio dell' albero è assai maggiore di quello dell' atmosfera. *Tom. I.*, 99. 100. Cagioni del calore interiore degli alberi, e degli altri vegetabili: *ivi*. 101.

ALKALI (l') è prodotto dal fuoco; esperienza che lo prova. *Tom. I.*, 135. Il fuoco è il principio della formazione dell' alkali minerale, e per analogia devesi quindi conchiudere, che gli altri alkali devono ugualmente la loro formazione al calor costante dell' animale e del vegetabile, dal quale si estraggono: *ivi*, 136.

ANIMALI. I gradi del calore sono differenti ne'

varj generi d'animali ; gli uccelli sono i più caldi di tutti ; si passa successivamente ai quadrupedi , all' uomo , ai cetacei , che lo sono meno ; ai pesci , agl' insetti , ai rettili , che molto meno lo sono . *Tom. I.*, 98. Gli animali, che hanno polmoni , e conseguentemente respirano l'aria, hanno sempre maggior calore di quelli che ne sono privi ; anzi quanto più è estesa , tanto più caldo diviene il suo sangue . Gli uccelli relativamente al volume del loro corpo hanno i polmoni considerevolmente più estesi che l' uomo , o i quadrupedi , e per questa ragione hanno maggior calore ; quelli che gli hanno men dilatati , hanno assai meno di calore , e ciò generalmente dipende dalla forza , e dall' estensione de' polmoni . *Tom. I.*, 101. *e seg.* Gli animali fissano , e trasformano l' aria , l' acqua , ed il fuoco in maggior quantità che i vegetabili . — Le funzioni dei corpi organizzati sono uno de' più potenti mezzi , che la Natura impiega per la conversione degli elementi : *ivi* , 132.

ANIMALI *a conchiglia* . Gli animali a conchiglia , o a trasudamento pietroso sono in mare in maggior numero , che non è sulla terra il numero degl' insetti . *Tom. I.*, 126. 127.

ANTIMONIO . Differenza della fusibilità tra il regolo d' antimonio , o antimonio naturale , e l' antimonio che ha già sofferta la prima fusione . *Tom. I.*, 360.

ARIA (l') è il primo alimento del fuoco , alimento necessario , senza il quale il fuoco non può sussistere . — Un picciol punto di fuoco , qual' è quello d' una candela di cera collocata in un vaso ben chiuso , assorbisce in poco tempo una gran quantità d' aria , e ch' essa si spegne , tostochè o la quantità , o la qualità di questo elemento le manchi . *Tom. I* , 47. L' aria è la più fluida di tutte le materie conosciute , eccettuatone il fuoco , il qual' è la cagione d'ogni fluidità , e che questo deve riguardarsi come più

fluido dell' aria. — Confeguenze ricavate dalla grande fluidità dell' aria: *ivi*, 48. *e seg.* L'aria è fra tutte le materie conofciute, quella che il calore mette più facilmente in moto efpanfivo. L'aria avvicinafi molto alla natura del fuoco. Perchè effa aumenti cotanto l'attività del fuoco, e fia così neceffaria alla fua fuffiftenza: *ivi*, 49. In qual maniera il fuoco, afforbendo dell' aria, ne diftrugga la molla. — In qual maniera l'aria elaftica diventi fiffa. — L'aria effendo rarefatta dal calore può occupare uno fpazio tredici volte più estefo del fuo volume ordinario: *ivi*, 55. L'aria è fra tutte le foftanze materiali quella che fembra efiftere più indipendentemente, e fenza foccorfo del fuoco. — Abbifogna alla medefima molto meno di calore, che a qualunque altra materia, per confervare la fua fluidità. — I freddi più ecceffivi e le più forti condenfazioni non puon diftruggerne la fua molla, il folo calore, rarefacendola, è il folo agente, che poffa diftruggere la fua elafticità: *ivi*, 95. 96. In quali circoftanze l'aria poffa riprendere la fua elafticità. — Come effa la perda, e riacquifti. — Com' effa divenga una foftanza fiffa, e s' unifca agli altri corpi: *ivi*, 96. Come l'aria contribuifca al calor animale: *ivi*, 101. In qual maniera l'aria, che gli animali refpirano contribuifca a trattenere il calore animale. — Come s'introduca nel fangue degli animali: *ivi*, 103. *e seg.* Effa diventa parte effenzialiffima della nutrizione dei vegetabili, e fi fiffa nel loro interiore: *ivi*, 110. L'aria contenuta nell' acqua è in uno ftato di mezzo tra la fiffità, e l'elafticità: *ivi*, 118. 119. — Effa feparafi più facilmente dall' acqua, che da qualunque altra materia: *ivi*, 118. 119. — Spiegazione della maniera, colla quale il caldo ed il freddo fviluppano egualmente l'aria contenuta nell' acqua, *ivi*. Havvi molto meno d'aria nell' acqua, che d'acqua nell' aria. — Effa s'imbeve affai facilmente dell' acqua, e fembra pure di perderla facilmente: *ivi*, 121. 122.

ARIA FISSA. Sua differenza dall' aria concentrata nei corpi. *Tom. I.*, 55. *e seg.* E' necessaria una lunga dimora dell' aria divenuta fissa nelle sostanze terrestri, perch' ella sotto questa nuova forma vi si stabilisca e soggiorni. Ma per togliere all' aria la sua elasticità, non è poi d'uopo d' un fuoco violento, poichè il più picciol fuoco, ed anche il calore molto mediocre basta, purchè esso sia applicato lungo tempo sopra una picciola quantità d' aria: *ivi*, pag. 97. 98. L' aria fissa trovasi in gran quantità in tutte le materie animali e vegetabili, ed in un gran numero di materie rozze: *ivi*, 110.

ASSOLUTO. Niente v' ha di assoluto, nè di perfetto nella Natura, niente assolutamente grande, e d'assolutamente nullo, e di veramente infinito. *Tom. I.*, 21.

B

BILANCIA *idrostatica*. Le sperienze idrostatiche fatte su piccoli volumi sono tanto difettose, che non se ne può far verun conto. *Tom. II.*, 15.

BUCOLARE. Pezzo di rame o di ferro, che serve a dirigere il vento nell' interiore dei fornelli delle ferriere. *Tom. II.*, 89.

BURE. Così chiamasi la parte superiore del fornello, che s' innalza al disopra del suo terrapieno. *Tom. II.*, 89.

C

CALCAREO. Le materie calcaree si puonno ridurre in vetro, come tutte le altre materie terrestri, col fuoco de' forni, o degli specchj ustorj. *Tom. I.*, 77. 78.

CALCE (la) fatta colle conchiglie è più debole di quella del marmo, o di pietra dura. — Spiegazione dei differenti fenomeni, che ci presenta

la calcinazione della calce. *Tom. I.*, 127. 128. La calce, che ha sofferta una lunga calcinazione contiene una gran parte d'alkali, *ivi*, 135. Mezzo facile di far la calce con poca spesa. *Tom. II.*, 106. 107. Differenza della calce fatta a fuoco lento, o semplicemente col calore oscuro, e della calce fatta al modo ordinario: *ivi*, 108.

CALCINAZIONE. Colla semplice calcinazione accrescesi il peso del piombo quasi d'un quarto, e si diminuisce quasi della metà il peso del marmo. Havvi dunque un quarto di materia sconosciuta che il fuoco aggiugne al primo, ed una metà di materia egualmente sconosciuta che toglie al secondo; ed è evidente, che lavorando sul piombo, o sul marmo dopo la loro calcinazione, più non si travagliano materie, se non adulterate, o composte dall' azione del fuoco. *Tom. I.*, 68. La calcinazione è per i corpi fissi ed incombustibili quello che la combustione è per le materie volatili ed infiammabili. — Essa ha bisogno, come la combustione del soccorso dell' aria. — Paragone della calcinazione, e della combustione: *ivi*, 85. *e seg.* Qualunque calcinazione è sempre accompagnata da un poco di combustione, e parimente qualunque combustione da un poco di calcinazione: *ivi*, 87. Spiegazione della maniera, colla quale alcune materie crescano di peso per l'effetto della calcinazione: *ivi*, 88. 89. La calcinazione prodotta dal calore nascosto nella pietra calcarea fino a due piedi, o due piedi e mezzo di profondità. *Tom. II.*, 106. E' maggiore pel calore nascosto, e concentrato, che per il fuoco libero e luminoso: *ivi*, 105. Modo di fare con poca spesa la calcinazione del gesso e delle pietre: *ivi*, 191.

CALCOLO. Tutto si può rappresentare col calcolo, ma niente realizzare. *Tom. I.*, 163.

CALO (il) del ferro in ferraccia è ordinariamente del doppio, cioè d'un terzo, e sovente anche di più, se vogliasi ottenere del ferro di qualità

eccellente, ed il ferro fatto con ferraglie vecchie fa nemmeno la metà di calo, cioè diminuisce della sesta parte. *Tom. II.*, 69.

CALORE. Il calore sembra essere ancor più affine della luce all' essenza del fuoco, e devesi riguardare come una cosa diversa dalla luce, e dal fuoco. *Tom. I.*, 25. Esso esiste tante volte senza luce, *ivi*. Si son fatte minori scoperte sulla natura del calore, che su quella della luce: *ivi*, 26. La sede del calore è diversa di quella della luce: *ivi*, 27. Il globo terrestre, e generalmente tutte le sostanze fluide e solide, che lo compongono o circondano, hanno tutte un calore proprio assai grande, e maggiore del calore, che ci deriva dal Sole, *ivi*. Qualunque materia conosciuta è calda, e per conseguenza il calore è un' affezione molto più generale che quella della luce: *ivi*, 28. Le mollecole del calore sono assai più grosse di quelle della luce. — Il principio del calore è l' attrizione de' corpi: *ivi*, 28. 29. Produzione del calore e della luce; loro differenza: *ivi*, 29. Esso va perdendo la sua propagazione assai più della luce: *ivi*, 33. 34. Devonsi riconoscere due sorta di calore, di cui il Sole è la miniera immensa, e l' altro oscuro, il di cui grande serbatojo è il globo terrestre: *ivi*, 40. Il calore, che emana dal globo della terra è ben più considerevole di quello, che ci viene dal Sole. — Esso nel clima di Parigi è almeno ventinove volte in estate, ed in inverno quattrocento volte più grande del calore, che ci viene dal Sole: *ivi*, 41. 42. Effetti del calore del globo terracqueo sulle materie minerali: *ivi*, 46. Il calore interiore del globo della terra originalmente è stato assai più grande che non sia presentemente; al che se gli debbono, come a causa prima, attribuire tutte le sublimazioni, precipitazioni, aggregazioni, separazioni, in una parola, tutt' i movimenti che si son fatti, e che giornalmente accadono nell' interiore del globo: *ivi*, 45. Il solo calore

spogliato d'ogni apparenza di luce e di fuoco può produrre i medesimi effetti del fuoco il più violento. *Tom.I.*, 46. Esso scaccia dai corpi tutte le particelle umide, e dilata i corpi diseccandoli, aumentandone la durezza; esempio di questa durezza acquistata col calore nelle pietre calcaree. — Esso accresce il peso specifico di diverse materie, e fissasi nel loro interiore, allorchè esso è per lungo tempo applicato: *ivi*, 84. I gradi del calore sono diversi nei differenti generi d'animali: *ivi*, 98. Il calore proprio del globo della terra entra come elemento nella combinazione di tutti gli altri elementi: *ivi*, 114. Progresso del calore, tanto per l'entrata, che per l'uscita nei globi di ferro di differenti diametri, determinato dalle precise sperienze: *ivi*, 208. *e seg.* La durata del calore nei globi è rigorosamente proporzionata al loro diametro, qualora che nella supposizione matematica, questi globi siano composti d'una materia perfettamente permeabile al calore, di modo che la sortita del calore fosse assolutamente libera, e che le particelle di fuoco non trovassero verun ostacolo, che potesse arrestarle, nè cangiare il corso della loro direzione — Ma le difficoltà, che risultano dalla permeabilità non assoluta, imperfetta ed ineguale d'ogni materia soda, anzichè diminuire il tempo della durata del calore, deve all'opposto aumentarlo: *ivi*, 185. 186. La durata del calore nelle differenti materie esposte allo stesso fuoco durante un tempo eguale, è sempre nella stessa proporzione, sia il grado di calore più grande o più piccolo; esempj: *ivi*, 203. 204. Non è a proporzione della loro densità che i corpi ricevano o perdano il calore con maggiore o minore celerità, ma per un rapporto assai diverso, il qual è in ragione inversa della loro solidità, cioè della loro maggiore o minore non fusibilità: dimostrasi coll'esperienza questa verità: *ivi*, 204. *e seg.* La densità non è relativa alla scala dei gradi del ca-

lore nei corpi folidi, nè nei fluidi. *Tom. I.*, 207. Ordine, col quale le materie minerali ricevono, e perdono il calore, cominciando dal ferro, al quale abbifogna maggior tempo di tutte le altre materie per ifcaldarlo, e raffreddarlo.

Ferro.	Piombo.
Smeriglio.	Stagno.
Rame.	Pietra calcarea tenera.
Oro.	Argilla.
Argento.	Bifmuto.
Zinco.	Porcellana.
Marmo bianco.	Antimonio.
Marmo comune.	Ocra.
Pietra calcarea dura.	Creta.
Pietra arenofa.	Geffo.
Vetro.	Legno.

ivi, 342. *e feg.* Il progreffo del calore nei metalli, femi-metalli, e minerali metallici, è nella fteffa ragione, o almeno in ragion viciniffima di quella della loro fufibilità: *ivi*, 362. Il progreffo del calore in tutte le foftanze minerali, è fempre preffochè in ragione della loro più o men grande facilità a calcinarfi o a fonderfi, ma quando la loro calcinazione, o fufione fono egualmente difficili, ed efigono un grado di calore eftremo, allora il progreffo del calore fi fa fecondo l'ordine della loro denfità: *ivi*, 366. 367. Quando il calore è applicato per lungo tempo, effo fi fiffa nelle pietre, e nelle altre materie folide, e ne aumenta il pefo fpecifico. *Tom.II.*, 110. 111. Stima della quantità di calore, che fi fiffa nelle pietre calcaree: *ivi*, 113. 114.

CALORE *animale* (il) è una fpecie di fuoco, che non diftingnefi dal comune, fe non dal meno al più. — Ragione perchè in quefto fuoco o calore animale non fiavi fiamma o fumo apparente, *Tom. I.*, 105. *e feg.*

CALORE *concentrato*. Il più violento calore, ed il più concentrato per lunghiffimo tempo, non giugne fenza il foccorfo, e rinnovamento dell'

aria a fondere la miniera di ferro, e neppure la sabbia vetrificibile, laddove un calore della medesima specie, e molto minore, può calcinare tutte le materie calcaree. *Tom. II.*, 101. 102. Il calore anche più violento, se non è alimentato, produce minor effetto del calore più piccolo, che trovi alimento: *ivi*, 104. Calor morto, e fuoco vivente, loro differenza, *ivi*.

CALORE *oscuro*, cioè calore privo di luce, di fiamma, e di fuoco libero; suoi effetti. *Tom. II.*, 85. La quantità degli alimenti, ch' esso consuma è picciola in paragone della gran quantità, che ne consuma il fuoco libero. — Paragone degli effetti del calore oscuro cogli effetti del fuoco luminoso: *ivi*, 93. *e seg.* Aumentandosi la massa del colore oscuro si può produrre la luce, nella stessa maniera che accrescendosi la massa della luce si produce il calore: *ivi*, *pag.* 105.

CANNE *da fucile*. La fonditura è l' operazione più importante, ed anche più difficile nella fabbricazione delle canne da fucile. — Precauzioni necessarie per farla riuscire. *Tom. II.*, 81.

CANNOCCHIALI. Per osservare col maggior vantaggio possibile ciascun pianeta sarebbero necessarj cannocchiali differenti, e proporzionati alla loro intensità di luce. *Tom. II.*, 163. *e seg.* I cannocchiali cogli obbiettivi grandissimi sarebbero di un moltissimo vantaggio per osservare i pianeti, ed altri astri, che sono poco luminosi: *ivi*, 213. Costruzione, ed utilità de' cannocchiali solari: *ivi*, 214.

CANNOCCHIALI *di giorno* senz' alcun vetro. *Tom. II.*, 223. 224.

CANNOCCHIALI *massicci*. Cannocchiali coll' acqua ec. *Tom. II.*, 205. *e seg.*

CANNOCCHIALI *di notte*. *Tom. II.*, 215. *e seg.*

CANNOCCHIALI per ciascun pianeta, *ivi*.

CANNOCCHIALI per il Sole, *ivi*.

CARBONE. Non strigasi che poco o niente d'aria nell' abbruciamento del carbone, quantunque

dal legno d'elce ben fecco fe ne fviluppi più d'un terzo del pefo totale. *Tom. II.*, 94. Efperienze fulla diminuzione del fuo volume, e della maffa in una gran fornace chiufa, nella quale l'aria non vi poteva penetrare: *ivi*, 101. 102.

CELERITA' *della luce* (la) è la maggiore da noi conofciuta, poichè la luce fa 20. mila leghe in un minuto fecondo. *Tom. I.*, 21. *e feg.*

CELERITA' *dei pianeti e delle comete* (la) è anch' effa grandiffima. *Tom. I.*, 21. 22.

ÇHIMICA. Difetti della fua teoria. *Tom. I.*, 67. Da che provenga l'ofcurità di quefta fcienza: *ivi*, 91.

COLORI, (i) odori, fapori, provengono tutti dall' elemento del fuoco; prova di queft' afferzione. *Tom. I.*, 135.

COLORI *in generale*. Mezzi di produrli. *Tom. II.*, 267. Qualunque colore diverfo ha un differente grado di refrangibilità. — Per qual motivo le denominazioni dei colori devono ridurfi a fette nè più nè meno: *ivi*, 268. *e feg.* Il rapporto tra i fette fpazj che contengono i colori primitivi, e le fette graduazioni dei fette toni della mufica, non fono che una proporzione del cafo, da cui non devefi dedurre alcuna confeguenza: *ivi*, 270. Effe fono prodotte dalla rifleffione della luce, come pure dalla refrazione: *ivi*, 272. *e feg.*

COLORI *accidentali*. Scoperta dei colori accidentali. *Tom. II.*, 275. *e feg.* Rapporti e differenza dei colori naturali, ed accidentali: *ivi*, 275. *e feg.* Mezzo di produrli, ed efpofizione dei fenomeni ch' effi rapprefentano, *ivi*. Efperienze fopra i colori accidentali fatti fopra colori naturali deboli, e fopra colori naturali brillanti: *ivi*, 279. Le macchie che l'occhio porta fopra tutti gli oggetti dopo aver riguardato il Sole fono fenomeni dello fteffo genere di quelli dei colori accidentali. — Lo fteffo è delle fiamme, e dei punti neri, che fi vedono quando

l'organo dell' occhio è troppo affaticato. *Tom. II.*, *pag.* 280. Altre sperienze sopra i colori accidentali: *ivi*, 280., *e seg.*

COMBUSTIBILI. Le materie combustibili non si consumano nei vasi ben chiusi, quantunque esposti all' azione del più gran fuoco. *Tom. I.*, 47. Puo misurarsi la celerità o la lentezza, colla quale il fuoco consuma le materie combustibili colla quantità maggiore o minore d' aria, che vi concorre: *ivi*, 50. Materie combustibili, che sembrano non aver bisogno d'aria per consumarsi: *ivi*, 51. 52. Spiegazione della maniera, colla quale si consumano queste materie: *ivi*. Differenza delle materie combustibili, e non combustibili: *ivi*. Rapporto delle materie combustibili col fuoco: *ivi*, 52. Differenza essenziale tra le materie volatili e le materie fisse, e tra le sostanze più o meno combustibili: *ivi*, 53. Tutte le materie combustibili derivano originalmente dagli animali, o dai vegetabili; prova di quest' asserzione: *ivi*, 57. *e seg.*

COMBUSTIONE. Maniera, colla quale si opera nella combustione. *Tom. I.*, 51. *e seg.* Cosa essa supponga oltre la volatizzazione: *ivi*, 53. Suoi effetti paragonati con quelli della calcinazione: *ivi*, 85. 86. La combustione, e la calcinazione sono effetti del medesimo ordine., *ivi*.

COMETE. Correzione da farsi nel testo di Newton sul calcolo ch' egli fa del calore, che il Sole ha comunicato alla Cometa del 1680. *Tom. I.*, 193. Questa Cometa non ha potuto ricevere il grado di calore assegnato da Newton, bisognava perciò ch' essa dimorata si fosse per un tempo ben lungo in vicinanza del Sole. *Tom. I.*, 195. Spiegazione dell' origine di ciò che noi chiamiamo *le code delle Comete*: *ivi*, 200. Quando le Comete s' avvicinano al Sole non ricevono elleno già un calore immenso, nè moltissimo tempo durevole; il loro soggiorno in vicinanza di quest' astro è sì brieve, che la loro massa non ha tempo a scal-

darsi, e che quasi la sola parte superficiale esposta al Sole può esser abbruciata in questi momenti di calore estremo. *Tom. I.*, 200. 201.

CONCHIGLIE (le) hanno prodotto tutta la materia calcarea, ch' esiste sul globo della terra. *Tom. I.*, 126.

CONCHIGLIE. Accrescimento, e moltiplicazione delle conchiglie. *Tom. I.*, 126. 127.

CONGELAZIONE (la) sembra rappresentare d'una maniera inversa gli stessi fenomeni dell' infiammazione. *Tom. I.*, 125. 126.

CORPO. Un corpo duro, ed assolutamente inflessibile sarebbe necessariamente immobile, cioè incapace di ricevere, o di comunicare il moto. *Tom. I.*, 3. 4. I corpi si riscaldano, o si raffreddano tanto più presto, quanto sono fluidi, ed altrettanto più lentamente quanto più sono sodi: *ivi*, 205.

CRISTALLIZZAZIONE. Spiegazione generale de' fenomeni della cristallizzazione. *Tom. I.*, 142. *e seg.* Essa può accadere tanto col mezzo del fuoco, quanto dell' acqua, e qualche volta col concorso d'ambidue, *ivi*.

D

DENSITA'. Spiegazione, e sviluppamento dell' idea, che deve formarsi delle ragioni della densità. *Tom. I.*, 355. Materia densa: si può provare, che la materia più densa contiene ancor più di voto che di pieno: *ivi*, 356.

DIAMANTE. Male a proposito si è spacciata dai Chimici questa pietra per la terra elementare e pura. *Tom I.*, 144. 145.

DILATAZIONE (la) col calore è generale in tutt' i corpi. — La dilatazione è il primo grado per arrivare alla fusione. *Tom. I.*, 53.

DISSOLUZIONE. Tutte le spiegazioni, che si danno della dissoluzione non puonno sostenersi, se

non si ammettono due forze opposte, l'una attrattiva e l'altra espansiva, e consegnentemente l'intervento degli elementi dell'aria e del fuoco, che sono i soli che abbiano la proprietà di questa seconda forza. Spiegazione generale della maniera, colla quale si opera la dissoluzione. *Tom. I.*, 137. 138.

DURATA (la) del calore non è in ragione più piccola, ma piuttosto in ragione più grande di quella dei diametri, o della densità dei corpi. *Tom. I.*, 188.

DUTTILITA' (la) dei metalli sembra avere altrettanto rapporto alla densità che alla fusibilità, e questa qualità sembra essere in ragion composta delle altre due. *Tom. I.*, 356. Difficoltà di decidere affermativamente sulla maggiore o minor duttilità delle sostanze minerali: *ivi*, *e seg.*

E

EFFERVESCENZA. Il grado di divisione della materia nelle effervescenze è assai superiore a quello della divisione della materia nelle cristallizzazioni. *Tom. I.*, 144.

EFFETTO *generale*. Perchè non se ne può dar la cagione; gli effetti generali della Natura devono considerarsi come le vere cagioni. *Tom. I.*, 9.

ELASTICITA' (l') è il solo mezzo, col quale la forza d'impulsione, ed il moto possano comunicarsi. *Tom. I.*, 3. L'elasticità dipende dalla forza d'attrazione; prove di quest' asserzione: *ivi*, *e seg.*

ELEMENTI. Tutti gli elementi sono convertibili; il fuoco, l'aria, l'acqua, e la terra puonno ciascuno divenir successivamente qualche altro'; prova di quest' asserzione. *Tom. I.*, 22. *e seg.* La terra, l'acqua, l'aria. ed il fuoco entrano tutti quattro nel corpo della Natura, ma con proporzione assai diversa: *ivi*, 53. 54. Nell' ordine del-

la converſione degli elementi l'acqua è per l'aria ciocchè l'aria è per il fuoco, e tutte le traſformazioni della Natura dipendono da queſto. — L'acqua rarefatta dal calore trasformaſi in una ſpecie d'aria al par dell'ordinario capace ad alimentare il fuoco, ed il fuoco converteſi ulteriormente coll'aria in materia fiſſa nelle ſoſtanze terreſtri ch'eſſa penetra col ſuo calore e colla ſua luce. *Tom. I.*, 123. 124. Grandi fondamenti, ſu' quali ſono appoggiati i quattro elementi, la terra, l'acqua, l'aria, ed il fuoco: *ivi*, 144.

ESPERIENZE. Preciſione rigoroſa, e quaſi impoſſibile in certe ſperienze. *Tom. I.*, 352 Eſperienze in grande per riconoſcere la forza del ferro di differenti qualità. *Tom. II.*, 54. *e ſeg.*

F

FERRI *d'aratro* devono eſſer fabbricati colla miglior qualità di ferro, e ſe ciò ſi effettuaſſe, ſi potrebbe riſparmiare d'armarli d'acciajo sì queſti, come le zappe, e gli altri ſtromenti neceſſarj per l'agricoltura. *Tom. II.*, 78. *e ſeg.*

FERRI *da trafila*. Come devono eſſer fabbricati i ferri da trafila per far il filo di ferro. *Tom. II.*, 65. *e ſeg.*

FERRO. Il ferro più volte riſcaldato deteriora in ciaſcuna volta che ſi ſcalda; eſſo perde una porzione del ſuo peſo. *Tom I.*, 181. Proporzione di queſta perdita riconoſciuta dalle eſperienze, *ivi e ſeg.* Queſta perdita ſi va aumentando a miſura, che le palle di ferro ſono più groſſe; ragione di queſt' effetto: *ivi*, 183. Fra tutt' i metalli il ferro è quello che ſi fonde con maggiore difficoltà, e che più lentamente ſi dilata: *ivi*, 356. Il ferro intieramente ed intimamente irrugginito perde la virtù magnetica. *Tom. II.*, 9. Eſſo perde non ſolamente parte della ſua denſità ciaſcuna volta che ſi fa ſcaldare, ma perde

nel tempo ſteſſo molto di ſolidità, ch' è quanto dire di quella qualità, dalla quale dipende la coerenza delle parti, e diviene più leggiere e più facile a romperſi ogni volta che ſi riſcalda. *Tom.II.*, 52. Come ſi poſſa conſervare la maſſa e la forza del ferro: *ivi*, 53. Il ferro buono, cioè il ferro tutto fibroſo è almeno cinque volte più tenace del ferro ſenza nervo, e a groſſi grani; prova coll' eſperienza: *ivi*, 58. La ſua qualità non dipende intieramente aſſai da vicino a quella della miniera; la natura della miniera niente contribuiſce, ma bensì la maniera di lavorarlo: *ivi*, 59. Mezzi di ridurre il ferro a tutta la ſua perfezione, *ivi*. Eſſo è combuſtibile come il legno, al quale non fa biſogno gran fuoco per abbruciarlo: *ivi*, 61. Come ſi dia al ferro conſiſtenza e tenacità: *ivi*, 62. Più che ſi ſollecita il fuoco nel raffinamento del ferro, tanto più divien crudo e cattivo: *ivi*, 64. 65. Il ferro in lamine piatte è ſempre più fibroſo del ferro in mazze: *ivi*, 65. Donde provenga il nervo del ferro, e la differenza della ſua forza e della ſua coerenza; effetti prodotti dalla forza del martello: *ivi*, 66. Uno de' più cattivi metodi nella fabbrica del ferro, è di tuffare nell' acqua, ſpecialmente fredda, le piaſtre di ferro ancora roſſeggianti appena martellate; queſta immerſione fa perdere il nervo, ed il granito del miglior ferro: *ivi*, 67. Dalle ſcaglie, o sfoglie che ſi ſtaccano dalla ſuperficie del ferro ſi può avere una qualità di ferro aſſai buona: *ivi*, 69. Indizj, co' quali ſi devono giudicare le diverſe qualità di ferro: *ivi*, 74. Il ferro ſenza nervo e di grano aſſai groſſo dovrebbe eſſere proibito: *ivi*, 75. Il fuoco del carbone di legno, e con maggior ragione il carbone di terra rende crudo il ferro, il che non ſuccede adoperando il fuoco di legno, che potrebbe renderlo migliore, e men crudo, *ivi*, 77. Il ferro diventa magnetico pel martellamento e pel torcimento ſenza batterlo, quando ſi piega in diverſe maniere: *ivi*, 79. 80.

Si falda il ferro fopramettendovi altro ferro; precauzioni neceffarie in quefta operazione. *Tom. II.*, 81. 82. Si confuma egualmente coll' umidità che col fuoco: *ivi*. Conferval nell' acqua fenz' alterazione, affai di più che efpofto all' aria: *ivi*, 82. 83. Principali ufi, ne' quali s' impiega, e proporzione della qualità, che fi deve adoperare per ciafcuno di quefti ufi: *ivi*, 69. *e feg.*

FERRO *de' vecchi ferramenti*. Maniera di lavorare, e fabbricare quefto ferro. *Tom. II.* 67. *e feg.* Quefto ferro è di buoniffima qualità, *ivi*.

FIAMMA (la) non è la parte del fuoco, ove l' intenfità del calore fia maggiore. *Tom. I.*, 79. 80. La fua principale proprietà è. di communicare il fuoco, *ivi*. In qualunque roventezza vi è della fiamma: *ivi*, 81. Quefta non obbedifce punto all' agitazione dell' aria: *ivi*, 82.

FLOGISTO (il) dei chimici non è che un ente del loro metodo, e non già della natura. *Tom. I.*, 54. Non è un principio femplice, ma un compofto d' aria, e di fuoco fiffati ne' corpi; prova di queft' afferzione: *ivi*, *e feg.*

FLUIDITA'. Ogni fluidità è cagionata dal calore. *Tom. I.*, 49. La maggiore o minor fluidità non indica che le parti del fluido fieno più o men pefanti, ma folamente che la loro aderenza è altrettanto minore, la loro unione tanto meno intima, e tanto più facile la loro feparazione: *ivi*, 49. Mezzo facile di conofcere il grado di fluidità, o della fufibilità di qualunque materia differente: *ivi*, 207. 208.

FLUIDO. Il mercurio farebbe il più fluido de' corpi, fe l' aria non lo foffe ancor più. *Tom. I.*, 48. Tutt' i fluidi collo fteffo calore, per denfi che fiano, fi fcaldano e fi raffreddano più prontamente che qualunque folido, ancorchè fia leggiere: *ivi*, 205.

FOCO. Negli fpecchi ardenti i gran fochi fanno fempre maggior effetto che i piccoli ad eguale intenfità di luce. *Tom. II.*, 133. Stima, e paragone de' loro effetti: *ivi*.

Digitized by Google

FORNELLI. Il fuoco dei fornelli di vetreria non è che un fuoco debole a paragone di quello a mantice. *Tom. I.*, 78. Descrizione dei fornelli per rendere curvi i cristalli, colla spiegazione delle figure. *Tom. II.*, 251.

FORZA (la) che produce il peso, e quella che produce il calore, sono le sole due forze della Natura. *Tom. I.*, 3. Forza attrattiva, e forza espansiva; loro differenza, e combinazione de' loro effetti: *ivi*, 4. *e seg.* Riduzione delle forze della Natura, e della potenza dell' espansione a quella d'attrazione: *ivi*, 10. La forza espansiva non è una forza particolare opposta alla forza attrattiva, ma un effetto che da quella deriva, e che succede ogni qualvolta i corpi si urtano, o si toccano gli uni cogli altri: *ivi*, 12. La forza espansiva non è che la reazione della forza attrattiva: *ivi*, 12. 13. La forza attrattiva, e la forza espansiva sono per la Natura due stromenti della medesima specie, o piuttosto non sono che lo stesso stromento ch' essa maneggia in due sensi opposti: *ivi*, 20.

FOSFORO *artificiale*. La sua combustione è maggiore di qualunque altra materia. — S' infiamma da se, senza comunicazione di alcuna materia ignea, senza fregamento, senz' altra aggiunta, da quella infuori del contatto dell' aria. — Il fuoco è contenuto nel fosforo in uno stato medio tra la fissità, e la volatilità. — Contiene infatti quell' elemento sotto una forma oscura, e condensata. *Tom. I.*, 61. 62.

FUOCO. Mezzi generali e particolari di produrre il fuoco. *Tom. I.*, 12. Origine, e produzione del fuoco, del calore, e della luce: *ivi*, 15. Il fuoco, il calore, la luce puonno riguardarsi come tre differenti cose: esame delle loro diverse e comuni proprietà: *ivi*, 24. *e seg.* Esso esiste qualche volta senza luce, ma non esiste mai senza calore, *ivi*. Per sussistere ha bisogno d' alimenti, il primo de' quali è l' aria: *ivi*, 47.

La

La più generale differenza che vi è tra il fuoco, il calore, e la luce sembra consistere nella quantità, e forse nella qualità dei loro alimenti. — L'aria è il primo alimento del fuoco, le materie combustibili sono il loro alimento secondario. *Tom. I.*, 47. Il calore proprio del globo terrestre dee riguardarsi come il nostro vero fuoco elementare: *ivi*, 56. 57. L'azione del fuoco sulle differenti sostanze dipende assai dalla maniera, colla quale si applica; il risultato della sua azione sopra una stessa sostanza, sembrerà diversa secondo la maniera, colla quale si amministra. — Il fuoco deve considerarsi in tre diversi stati, il primo relativo alla sua celerità, il secondo al suo volume, ed il terzo alla sua massa: *ivi*, 65. Tre mezzi generali per aumentare l'azione del fuoco — Ciascuno di questi mezzi produce per lo più dei risultati diversi: *ivi*, 66. 67. Si può accrescere l'azione del fuoco, aumentandone la sua celerità, aumentandone il suo volume, ed aumentandone la sua massa, ossia densità. Gli stromenti del primo mezzo sono tutt' i forni, nei quali si adoperano i ventilatori, i mantici, le trombe, i tubi d'aspirazione ec. Gl' istromenti del secondo mezzo sono tutt' i forni di riverbero, e quelli del terzo sono gli specchi ardenti; ciascuno di questi mezzi impiegati sopra le stesse materie, spesso producono dei risultati assai diversi, *ivi*. L'amministrazione del fuoco deve dividersi in tre graduazioni generali, la prima relativa alla celerità, la seconda al volume, e la terza alla massa di quest' elemento. — Le materie, che si sottopongono all' azione del fuoco devono esser divise nelle sue classi, quelle ch' esposte al fuoco scemano del loro peso, quelle che in vece di scemare acquistano un maggior peso, e quelle che nè perdono, nè acquistano: *ivi*, 68. 69. Il fuoco è realmente pesante come qualunque altra materia: *ivi*, 70. *e seg.* Materie, colle quali il fuoco ha maggiore affi-

nità, *ivi*. Il fuoco al par dell' aria trovasi sotto una forma fissa e concreta quasi in tutt' i corpi, *ivi*. Materie indifferenti all' azione del fuoco: *ivi*, 76. 77. Il fuoco comunicasi per mezzo della luce, e il calor solo non può produrre il medesimo effetto, se non diventando forte quanto basti per esser luminoso: *ivi*, 82. 83.

FUSIBILITA'. Spiegazione delle cagioni della fusibilità. *Tom. I.*, 355.

FUSIONE (la) è un' operazione generalmente pronta, la quale ha maggior rapporto colla celerità del fuoco, che la calcinazione, la quale è quasi sempre lenta. *Tom. II.*, 96.

FUSIONE *del ferro*. Mezzi di correggere nel raffinamento la cattiva qualità della fusione del ferro. *Tom. II.*, 65. La buona fusione del ferro è la base di qualunque ferro buono: *ivi*, 67. Essendo scaldato per lungo tempo con un fuoco grandissimo acquista maggior durezza e tenacità. Esso pure acquista un maggior peso specifico: *ivi*.

G

GESSO. Qualunque sorta di gesso si calcina ad un minor grado di calore che le pietre calcaree. *Tom. I.*, 366. Non siegue, come le altre materie calcaree o vetrificabili, l' ordine della densità per il progresso del calore, ma per la facilità della calcinazione, ciò che riviene all' ordine della fusibilità, *ivi*.

GHIACCIO. Fenomeni considerabili nella congelazione. *Tom. I.*, 124.

GLOBO *terrestre*. L' interiore del globo della terra non è che una materia di vetro o concreto, o discreto. *Tom. I.*, 46.

GUEULARD. Così chiamasi in Francese l' apertura superiore dei forni, nei quali si fondono le miniere del ferro. *Tom. II.*, 86.

I

IMPENETRABILITA' (l') non dev'effere riguardata come una forza, ma come una refiftenza effenziale alla materia. *Tom. I.*, 10. *e feg.*
IMPULSIONE. La forza d'impulfione è fubordinata alla forza d'attrazione, e vi dipende come un effetto particolare; prova di queft' afferzione. *Tom. I.*, 3. *e feg.*
INCANDESCENZA. Tutte le materie nello ftato di roventezza, cioè quando per l'azione del fuoco divengono bianche o roffe, fono allora circondate da una fiamma denfa, e che non fi ftende fe non ad una piccola diftanza, la quale, per così dire, è attaccata alla loro fuperficie. *Tom. I.*, 81. 82. Quefto color bianco o roffo ch' efce da tutt' i corpi roventi, e che viene a ferire i noftri occhi, è lo fvaporamento di quefta fiamma denfa, che circonda i corpi, rinnovandofi inceffantemente alla fua fuperficie, *ivi*. Incandefcenza prodotta dal calore ofcuro. *Tom. II.*, 104. 105.
INDURAMENTO. Confiderazione dell' induramento dei metalli; il ferro s' indura come tutti gli altri. *Tom. I.*, 358.
INFLESSIONE (l') della luce non è che una rifrazione, che operafi nello fteffo mezzo; effa è prodotta dall' attrazione de' corpi, preffo de' quali paffa la luce. *Tom. II.*, 271. 272.
INTENSITA' *della luce*. Quefta intenfità della luce di ciafcun oggetto è un elemento, che gli autori che hanno fcritto full' ottica, non hanno mai avuto prefente, quantunque effo influifca più che non fa l' aumentazione dell' angolo, fotto il quale ci fi deve prefentare un oggetto in virtù dell' incurvatura de' vetri. *Tom. II.*, 164.

L

LATTA (la) dev' esser fatta col miglior ferro. — Difetti nella fabbrica ordinaria della latta, e maniera di fabbricarla per renderla più perfetta, e di maggior durata. *Tom. II.*, 76. *e seg.*

LENTI o specchi coll' acqua; modo di fabbricarli. *Tom. II.*, 233. *e seg.* Precauzioni per farli riuscire, difficoltà nell' adoperarli: *ivi*. Inconveniente, che risulta dalla diversa rifrangibilità del vetro e dell' acqua: *ivi*, 235. Essendo composte d' un gran numero di specchi piani, produrrebbero quasi altrettanto effetto, come gli specchi concavi, e sarebbero d' un' esecuzione più facile, e meno dispendiosa, *ivi*, 239. 240. Loro costruzione, e descrizione: *ivi*, 263 264.

LENTI *di vetro solido*. *Tom. II.*, 241. Grandezza, e proporzione che devesi dare alle medesime, perchè possano più vantaggiosamente abbrucciare, *ivi*, 245. *e seg.* Inconvenienti, che risultano dalla grossezza delle lenti ordinarie. La parte di mezzo della lente produce quasi niun effetto: *ivi*, 247.

LENTI *a scalini*: è lo specchio per rifrazione il più perfetto che si possa fare. Sua invenzione, e sua descrizione col calcolo de' suoi effetti. *Tom. II.*, 248. *e seg.* Paragone degli effetti di questa lente a scalini coll' effetto delle lenti ordinarie: *ivi*, 250. Maniera di fabbricarle, e sua descrizione: *ivi*, 265. 266.

LIMATURA (la) di ferro mescolata coll' acqua diventa una massa di ferro soda difficile a rompersi. *Tom. II.*, 84. 85.

LINEA ardente all' infinito o all' indefinito non è una stravaganza, come dice Cartesio. *Tom. II.*, 160. *e seg.*

LUCE. Qualunque materia può divenir luce, calore e fuoco. *Tom. I.*, 15. Prova di quest' asser-

zione. *Tom.I.*,15. *e seg.* Essa conserva tutte le qualità essenziali; ed insieme la maggior parte degli attribnti della materia comune, *ivi*. Quantunqne composta di particelle pressochè infinitamente piccole, essa è ciò non ostante ancora divisibile: *ivi*, 16. Essa è grave al par d'ogni altra materia. — La sua sostanza non è semplice. — Essa è composta di parti di peso ineguale, *ivi*. E' pure massiccia, ed agisce qualche volta, come tutti gli altri corpi collocati al foco di un perfetto specchio ustorio: *ivi*, 17. 18. La luce è un misto come la materia, non solamente di parti più grosse e più picciole, ma ancora diversamente figurate: *ivi*, 19. Gli atomi della luce hanno molti lati e molte facce differenti, *ivi*. La luce può cangiarsi in ogni altra materia: *ivi*, 22. La luce sembra che sovente esista senza calore: *ivi*, 24. Esperienze per conoscere se I raggi rossi non siano di maggior calore che gli altri raggi, e generalmente la proporzione del calore de' differenti raggi, che compongono la luce: *ivi*, 37. 38. *nella nota*. La luce s'incorpora, s'ammortisce, e spegnesi in tutt'i corpi che non la riflettono, o lascianla liberamente passare: *ivi*, 38. Essa sembra non aver bisogno d'alimento; e il fuoco per lo contrario non può sussistere, se non assorbendo dell'aria: *ivi*, 46. 47. Il fuoco comunicasi per mezzo della luce: *ivi*, 82. Esperienza che sembra dimostrare che la luce ha maggiore affinità colle sostanze combustibili, che con tutte le altre materie: *ivi*, 112. *nella nota*. La luce non perde che circa la metà del suo calore per mezzo d'uno specchio ben liscio e levigato. *Tom. II.*, 123. Ella perde quasi niente della sua forza per la densità dell'aria ch'essa attraversa: *ivi*, 124. Esperienza della perdita della luce d'una piccola candela paragonata alla perdita della luce del Sole: *ivi*, 125. Diminuzione della luce che passa attraverso diverse grossezze dello stesso ve-

tro, e le medesime grossezze di diversi vetri. Sperienze a questo proposito. *Tom. II.*, 211.212.
LUNA. E' molto probabile che la Luna quantunque assai luminosa ci tramandi del freddo, anzi che del caldo. *Tom. II.*, 231.

M

MAGNETISMO *del ferro* (il) suppone l'azione precedente del fuoco. *Tom. II.*, 84.
MATERIA *rozza*, e materia viva, loro differenza. *Tom. I.*, 6. Tutte le parti che formano la materia hanno una perfetta elasticità: *ivi*, 11. In qual modo qualunque materia potrà divenir luce, calore, e fuoco; spiegazione di questa grande operazione della natura: *ivi*, 20. *e seg.*
MATERIE *calcaree* (le) seguitano nel loro raffreddamento l'ordine della densità; ragione di quest' effetto. *Tom. I.*, 365. Esse possono ridursi in vetro al foco d' un buon specchio ustorio. — Il termine della loro fusibilità è più lontano ancora di quello delle materie vetrifcibili: *ivi*, 365. *e seg.*
MATERIE *vetrificabili* (le) formano l' ossatura delle più alte montagne. *Tom. I.*, 148.
MERCURIO. Si potrebbe fissare il mercurio ad un minor grado di freddo, sublimandolo in vapori in un' aria freddissima. *Tom. I.*, 125. , e *Tom. II.*, 233. Per raffreddare i corpi gittati nel mercurio, il quale è undici mille volte più denso dell' aria, non abbisogna più che nove volte tanto di tempo, quanto è necessario a produrre il medesimo raffreddamento nell' aria. *Tom. I.*, 191. 192.
METALLI. Spiegazione semplice della loro riduzione, o revivificazione. *Tom. I.*, 90. 91. L'ordine de' sei metalli, seguendo la loro densità, è stagno, ferro, rame, argento, piombo, oro, mentrechè l'ordine, col quale questi metalli ricevono e perdono il calore, è stagno, piombo,

argento, oro, rame, ferro. — Non è già nell' ordine della loro densità, che i metalli ricevono, e perdono il calore, bensì in quello della loro fusibilità. *Tom. I.*, 353. 354.

METALLI *semi-metalli*, o sostanze metalliche; l'ordine della loro densità è smeriglio, zinco, antimonio, bismuto; e l'ordine, nel quale queste sostanze si scaldano e si raffreddano, si è antimonio, bismuto, zinco, smeriglio, ciò che non siegue l'ordine della loro densità. ma piuttosto quello della loro fusibilità. *Tom. I.*, 359. 360.

MINERALI. L'aria ed il fuoco entrano nella composizione de' minerali; prova di quest' asserzione. *Tom. I.*, 132. Punto di vista, che devesi avere per formarsi una giusta idea della formazione de' minerali: *ivi*, 146. Stabilimento d'una teoria generale sulla formazione dei minerali: *ivi*, 147. *e seg.*

MINIERE *di ferro*. Esperienze sulle miniere di ferro fatte col maggior fuoco di riverbero. *Tom. I.*, 78. *e seg.* Vi sono delle miniere di ferro formate dal fuoco, altre dall' acqua: *ivi*, 150.151. Di quelle che sono in grani, nissuna è attratta dalla calamita. — Quelle che sono a scaglia, o in gran masse sode, sono quasi tutte magnetiche; ragione di questa differenza. *Tom. II.*, 10. 11. Le miniere di ferro de' paesi settentrionali sono assai magnetiche, e per rintracciarle si valgono della bussola: *ivi*. Composizione originaria delle miniere di ferro in grani: *ivi*, 82.

MOTO (il) appartiene sempre ancor più all' attrazione, che all' impulsione. *Tom. I.*, 9.

N

NATURA (la) può prodorre col soccorso dell' acqua tutto ciò che le nostre arti producono col mezzo del fuoco. *Tom. I.*, 140. Essa non ispogliasi giammai delle sue proprietà in favore d'un'

altra d'una maniera assoluta; cioè in modo che la prima non influisca nulla sopra la seconda: *Tom. I.*, 354.

NEWTON. Correzione da farsi sopra un passo di Newton al proposito del progresso del calore. *Tom. I.*, 185. *e seg.*

NITRO (il) deve la sua origine alle materie animali, o vegetabili. *Tom. I.*, 59. 60. Esso contiene una prodigiosa quantità d'aria, e di fuoco fissi. Spiegazione della sua combustione: *ivi*, *e seg.*

O

OCCHIALI acromatici, ne' quali la differente rifrangibilità de' raggi viene compensata da' vetri di differente grossezza. Mezzi di perfezionarli. *Tom. II.*, 159. *e seg.*

OGGETTI. Mezzi di riconoscere gli oggetti assai lontani senza cannocchiali. *Tom. II.*, 220.

OMBRE. Scoperta delle ombre colorite. *Tom. II.*, 267. *e seg.* Ombre colorite al levare, ed al tramontare del Sole. — Le ombre invece d'esser nere sono allora d'un color celeste più o men vivo, e qualche volta verdastro. — Ombre colorite nel mezzo dì, ed in altre ore del giorno, secondo certe inclinazioni della luce: *ivi*, 285. *e seg.* Spiegazione di questo fenomeno: *ivi*, 288. 289.

ORO (l') quantunque più denso due volte e mezza del ferro; non ostante perde il suo calore una sesta parte più presto. *Tom. I.*, 354. Fondendosi l'oro con una quarta parte di ferro prende il colore grigio della platina. *Tom. II.*, 13. Quest' oro mischiato di ferro è più duro, più crudo, e specificamente meno pesante che l'oro puro, *ivi*. Le pagliuole d'oro che ritrovansi nella sabbia de' fiumi, non sono d'oro puro, mancandogliene bene spesso più di due o tre carati: *ivi*, 16. Un pezzo d'oro del peso di 60.

grani, col quale si erano mischiati nel fonderlo sei grani di ferro, cioè d'un' undicesima parte, ubbediva facilmente all' azione della calamita, *Tom. II.*, 18.

P

PALLE *di cannone*. E' una pratica assai biasimevole quella di far arroventire, e più volte le palle di cannone; con tale operazione replicata perdono molto del loro peso, e della loro solidità. *Tom. II.*, 53.

PERPENDICOLARITA' (la) dei tronchi degli arbori, e delle piante ha per cagione principale l'emanazioni continue del calore proprio del globo della terra. *Tom. I.*, 42.

PIETRA *arenosa* (la) scaldata al più grande fuoco non perde che pochissimo del suo peso. *Tom. I.*, 202.

PIETRE calcaree (le) perdono al fuoco quasi la metà del loro peso colla calcinazione. *Tom. I.*, 128. 129. Esse non sono composte che in grandissima parte dell' acqua e dell' aria contenute nell' acqua, trasformata in materia dura per mezzo del feltro animale: *ivi*. Le pietre s' aumentano di peso coll' esporle per lungo tempo al calore. *Tom. II.*, 109. *e seg.* La durezza che le pietre calcaree acquistano colla lunga applicazione del calore non è permanente, ma la perdono al termine di qualche tempo: *ivi*, 115. Esse perdono pure il peso acquistato: *ivi*, 115. 116.

PIOMBO (il) si scalda più presto, e raffreddasi in minor tempo che il ferro. *Tom. I.*, 210. 211.

PIRITI *marziali*, loro origine, e perchè se ne trovi in così gran quantità alla superficie della terra. *Tom. II.*, 85.

PLATINA. Minerale nuovo, sua descrizione. *Tom. II.*, 4. Essa esige maggior calore per fonderla che la miniera, o la limatura di ferro: *ivi*. Non avendo essa nè fusibilità nè duttibilità non devesi metterla nel numero de' metalli, le di

cui proprietà effenziali fono la fufibilità, e la duttibilità. *Tom. II.*, 5. 6. La platina è una mifchianza, offia lega di ferro, ed oro formata dalla natura: *ivi*. Avvi nella platina molto ferro, nè con effa ritrovafi femplicemente mifchiato, ma intimamente incorporato: *ivi*, 7. Puonno toglierfi alla platina colla calamita fei fettime parti del fuo totale: *ivi*. Sua compofizione, e fua mifchianza: *ivi*, *e feg.* Il ferro ch' è unito alla platina, e quello ancora che non è fe non una mifchianza, trovafi in uno ftato differente dal ferro ordinario: *ivi*, 8. Quefto minerale è affai crudo, il che avrebbe dovuto far fupporre che non è un metallo, ma una lega: *ivi*, 13. *e feg.* Il pefo fpecifico della platina non è molto dappreffo così grande come quello dell' oro. — Diverfe fperienze fopra quefto foggetto, dalle quali rifulta che il pefo fpecifico della platina è minore d' una dodicefima parte dell' oro, *ivi*. Efperienze del Sig. Conte di Milly fopra la platina: *ivi*, 19. *e feg.* Vi fono delle fpecie di platina, che fono mifchiate di parti criftalline, e di piccoli rubini, ed ancora di piccoli topazzi ec. ed avvi pure altra forta di platina che niente contiene di fimili pietre: *ivi*, 30. *e feg.* Effa contiene dei grani emisferici, i quali pare che indichino ch' effa fia prodotta dal fuoco: *ivi*. La miniera di platina anche la più pura, che niente contiene di parti criftalline è fpeffe volte mifchiata d' alcune pagliuole d' oro, *ivi*, 31. 32. L' oro ed il ferro, di cui è compofta la platina vi fono unite d' una maniera la più ftretta ed intima, che nella lega ordinaria di quefti due metalli, ed il ferro ch' è incorporato alla platina è d' una qualità diverfa dallo ftato ordinario: *ivi*, 36. 37. Efperienze del Sig. de Morveau fopra quefto minerale, 37. *e feg.* E' fperabile d' arrivare a fondere fenz' altra aggiunta la platina nei noftri fornelli più buoni coll' applicarle il fuoco molte volte di feguito, mentre

i crociuoli migliori non potrebbero resistere all' azione d'un fuoco tanto violento per tutto il tempo necessario all' operazione compita. *Tom. II.*, 48. Fondendola senz' altr' aggiunta sembra in parte liberarsi da se stessa dalle materie vetrificibili che racchiude, poichè durante quest' operazione, slanciansi alla superficie alcuni piccoli getti di vetro molto considerevoli: *ivi*, 48. 49. Può farsi l' azzurro di Prussia colla platina, e ciò prova ch' essa è intimamente mescolata di ferro, e che il fuoco più violento, nè la copellazione puonno distruggere questo ferro, del quale essa è intimamente penetrata; poichè dopo la fusione, sminuzzando il bottone, ritrovasi ch' essa contiene ancora delle parti ferruggigne e magnetiche; *ivi*, 49. 50. La platina fusa senz' aggiunta quando sia triturata, ripiglia precisamente la stessa forma di sassolini rotondi, ed appiattiti, ch' essa aveva avanti la fusione: *ivi*, 50.

POLMONI (i) sono i mantici della macchina animale; essi trattengono, ed aumentano il fuoco che ci anima secondo che sono più o meno potenti, e che il loro moto è più o meno pronto. *Tom. I.*, 103. 104.

POTENZE (le) della natura ridotte a due forze attrattiva, ed espansiva. *Tom. I.*, 3. 8.

Q

QUALITA' fisica, cioè qualità reale nella natura non può avere ch' una misura, e conseguentemente non sarà esprimibile che da un sol termine. *Tom. I.*, 160. Dimostrazione di questa verità: *ivi*, *e seg.*

R

RAFFREDDAMENTO. Il tempo del raffreddamento dei corpi è in ragione del loro diametro.

Tom. I., 33. Due punti sono da stabilirsi nel raffreddamento dei corpi, il primo comincia al grado di poterli tener in mano senza scottarsi; il secondo allorch' essi sonosi raffreddati all' attuale temperatnra. *Tom. I.*, 176. Il raffreddamento del globo della terra dopo lo stato d' incandescenza fino al punto di poterlo toccare senz' abbrucciarsi, non si è fatto che in quarantadue mille novecento sessantaquattro anni, ed il suo raffreddamento fino alla temperatura attuale, non s' è fatto che in ottantasette mille e seicento settant' anni, supponendo il globo principalmente composto di ferro, e di materie ferrugginose. *Tom. I.*, 190. 191. La cagione principale del raffreddamento non è il contatto del mezzo ambiente, ma bensì la forza espansiva, che anima le parti del calore, e del fuoco: *ivi*, 192. Paragone del tempo del raffreddamento delle palle d' argilla, e di pietra arenosa con quello del raffreddamento delle palle di ferro: *ivi*, 200. *e seg.* Paragone del tempo del raffreddamento del marmo, della pietra, del piombo, e dello stagno con quello del raffreddamento del ferro: *ivi*, 204. Rapporti del raffreddamento delle differenti sostanze minerali, comprovate da un gran numero d' esperienze, *ivi*, 213. *e seg.*

RAME (il) si scalda, e raffreddasi in molto meno di tempo che il ferro, e più lentamente che il piombo. *Tom. I.*, 111.

RIDUZIONE *de' metalli* (la) non è più difficile ad intendersi della precipitazione. *Tom. I.*, 90. La riduzione non è realmente che una combustione, colla quale si strigano le particelle d' aria, e di calore fisse, che la calcinazione aveva fatte entrar per forza nel metallo, ed unire alla sua sostanza fissa, a cui nel medesimo tempo rendonsi le parti volatili e combustibili, che la prima azione del fuoco rapite gli aveva, *ivi*, 116.

RIFLESSIBILITA' *della luce*. Non è certo, come asserisce Newton, che i raggi più rifrangibili siano nello stesso tempo i più riflessibili; discussione a questo proposito. *Tom. II. nella nota*, 272. *e seg.*

RIPULSIONE. Cangiamento d'attrazione in ripulsione come si operi. *Tom. I.*, 10.

RUSTINE. Così chiamasi la parte del crociuolo, ch'è esposta all'apertura, per la quale si cola la fonditura ne' fornelli delle ferriere. *Tom. II.*

S

SABBIA ferruggigna (la) che trovasi nella platina è indissolubile, e quasi non fusibile, e non soggetta ad irrugginirsi. *Tom. II.*, 8. 9. Questa sabbia altro non è che vero e puro ferro spogliato da tutte le parti combustibili, saline, e terrestri che scorgonsi nel ferro ordinario, e nello stesso acciajo: *ivi*, 9. Essa non appartiene esclusivamente alla platina; se ne trova in diversi luoghi, e deriva dalla schiuma di ferro: *ivi*, *e seg.*

SALI. Loro differenza collo zolfo, e loro composizione. *Tom. I.*, 58. *e seg.* Essi devono riguardarsi come una sostanza media tra la terra, e l'acqua: *ivi*, 134. L'aria entra come principio nella composizione di tutti i sali: *ivi*.

SAPORE (il) piccante degli acidi deriva dall'elemento del fuoco. *Tom. I.*, 136.

SCALDARE *e raffreddare*. Per raffreddare i globi di ferro vi abbisogna la sesta parte e mezza in circa del tempo necessario per farli raffreddare al grado di poterli tener in mano, e circa la quindicesima e mezzo di tempo necessario per raffreddarli al punto dell' attuale temperatura. *Tom. I.*, 192.

SCOMPOSIZIONE *del ferro*. Due maniere diverse, colle quali si opera nella scomposizione del ferro, loro paragone. *Tom. II.*, 82. 83.

SCORIA *di ferro*. Pistando della scoria di ferro, vi si troverà sempre per entro una data quantità di ferro, o della sabbia ferruggigna assai consimile a quella della platina. *Tom. II.*, 12. 13. Il carbone ed il legno abbrucciato in una quantità grande producono della scoria di ferro; prova di quest' asserzione: *ivi*, 60. Origine di quella che trovasi nelle selve: *ivi*, 61.

SENSI. I nostri sensi a preferenza degl' istromenti sono giudici migliori di quanto è eguale, o perfettamente simile. *Tom. I.*, 177.

SENSAZIONI. Una sensazione viva è sempre più precisa che una temperata, atteso che la prima ci commove in maniera più forte. *Tom. I.*, 177.

SMERIGLIO (lo) quantunque sia denso un grado meno del bismuto, conserva il suo calore un grado di più. *Tom. I.*, 358. 359.

SOLE. La luce del Sole è lo svaporamento della densa fiamma che circonda questo vasto corpo incandescente. *Tom. I.*, 82. Questa luce del Sole produce, quando si condensa, gli stessi effetti della fiamma più viva; essa comunica il fuoco con altrettanta prontezza, ed energia, e resiste all' impulso dell' aria, seguendo sempre una via retta; devesi riguardarla come una vera fiamma, più pura, e più densa di tutte le fiamme delle nostre materie combustibili: *ivi*, *e seg.* La maggior parte delle macchie che gli Astronomi hanno osservate sul disco del Sole, loro sono sembrate fisse, ma potrebbe darsi ancora ch' esse fossero galleggianti sulla superficie di questo grand' astro. *T. II.*, 215.

SOLIDITA'. Differenti significati della parola *solidità*. *Tom I.*, 205. 206. Solidità considerata come opposta alla fluidità: *ivi*, 206. 207.

SPECCHI *ustorj*. Il fuoco prodotto da buoni specchi ustorj è il più violento fra tutt' i fuochi. *Tom. I.*, 78. 79. Perchè a grandissime distanze un cristallo grande, ed un piccolo danno un' immagine quasi della stessa grandezza, la quale

non è diversa che per l'intensità della luce. *Tom. II.*, 129.

SPECCHI *ustorj*, tanto per riflessione, quanto per rifrazione, fanno un effetto sempre uguale in qualunque distanza dal Sole si possano collocare. Per esempio uno specchio, che arde sulla terra del legno a 150 piedi di distanza abbrucierebbe a 150 piedi, e con egual forza del legno anche in Saturno. *Tom. II.*, 164.

SPECCHI *d'Archimede* (gli) puonno assai utilmente servire per la svaporazione delle acque salate. *Tom. II.*, 187. Attenzioni necessarie per procurare quest' effetto col maggior vantaggio: *ivi*, 189. Possono servire a calcinare i gessi, ed anche le pietre calcaree ec.: *ivi*, 189. 190. Per mezzo di questi specchi si può raccogliere le parti volatili dell' oro, dell' argento, e d'altri metalli e minerali: *ivi*, 196. 197. Questo mezzo sembra esser l'unico, che noi abbiam di volatilizzare i metalli fissi, come l'oro e l'argento: *ivi*. Rappresentazione, e descrizione di questo specchio: *ivi*, 254. *e seg.*

SPECCHI (gli) di cristallo ben levigati riflettono più potentemente la luce, che non quelli di metallo più lisci. *Tom. II.*, 124.

SPECCHI *piani*. Maniera facile di riconoscere se la superficie di questi specchi è perfettamente piana. *Tom. II.*, 138. 139.

SPECCHI *concavi* fatti con cristalli curvi. *Tom. II.*, 228. 229. Loro uso: *ivi*, 232. Maniera di produrre un calore immenso al loro foco, unendo insieme questi specchi: *ivi*, 233.

SPECCHI *concavi* (i) di qualunque specie, non possono essere con vantaggio adoperati per abbruciar da lontano. *Tom. II.*, 129. 130 Lo specchio il più perfetto non avrà mai avvantaggio maggiore di 17 a 10 sopra un' unione di specchi piani, co' quali bisognerà abbruciare ad una distanza, ove il disco del Sole sarà eguale alla grandezza dello specchio piano: *ivi*, 169.

Digitized by Google

SPECCHI resi concavi per mezzo d' una vite al centro. *Tom. II.*, 225. Costruzione e descrizione di questi specchi. *Tom. II.*, 258. 259.

SPECCHI resi concavi mediante una tromba. *T. II.*, 226. Specchio assai singolare, che al solo aspetto del Sole rendesi concavo, ed abbruccia immediatamente: *ivi*, 226. 227. Loro costruzione, e descrizione: *ivi*, 261. 262.

SPECCHI *d' un sol pezzo* a foco mobile per ardere a mediocri distanze; costruzione ed uso di questa specie di specchi. *Tom. II.*, 224. *e seg.* Possono servire più che qualunque altro mezzo a misurare più esattamente la differenza degli effetti del calore del Sole ricevuto nei fochi più o men grandi: *ivi*, 227. Altri specchi d' un sol pezzo per ardere vivissimamente a mediocri, ed a piccole distanze: *ivi*, 228. *e seg.* Costruzione di un nuovo fornello per incurvare gli specchi: *ivi*, 229 230.

SPECCHIO *ustorio* per abbrucciare da lontano. Sua descrizione e sua formazione. *Tom. II.*, 137. *e seg.* Si è infiammato del legno fino alla distanza di duccento piedi, e sarebbe assai possibile con questo specchio di far arrivare ancor più lontano il fuoco del Sole: *ivi*, 143. Si sono fusi tutt' i metalli, e minerali metallici a 25, 30, e 40 piedi di distanza, *ivi*. Stima di questa forza, e limiti de' suoi effetti: *ivi*, 148. *e seg.* In che essenzialmente consista la teoria di questo specchio: *ivi*, 165. 166. Mezzi e precauzioni per rendere questo specchio ancora più perfetto, e di aumentarne considerabilmente gli effetti: *ivi*, 215. Proporzione della grandezza degli specchi secondo le differenti distanze, alle quali si vuole infiammare: *ivi*, 216.

SPECCHIO *del porto d'Alessandria*, del quale si fa menzione dagli antichi, e per mezzo del quale si vedono assai lontano i vascelli in mare, non è del tutto impossibile. *Tom. II.*, 219. *e seg.*

SPECCHIO *reso concavo* dalla pressione dell' at-

mosfera. Sua coftruzione, e fua definizione. *Tom. II.*, 259. 260.
STAGNATURA (la) coll' oro e col mercurio potrebbe con maggior vantaggio rifiettere la luce, che la ftagnatura ordinaria. *Tom. II.*, 185. *e feg.*
STAGNO. Per fondere lo ftagno vi vuole quafi il doppio di calore, di quello che fi richiede per lo zolfo. *Tom. I.*, 213. Lo ftagno è quello tra tutt' i metalli, che più prontamente fi dilata, e che fi fonde con maggior celerità: *ivi*, 357.
STRATI *della terra*. Gli ftrati fuperiori e fuperficiali del globo, fono i foli ch' effendo efpofti all' azione delle caufe efteriori, hanno fofferto tutte quelle modificazioni, che in effi avranno potuto produrre quefte caufe unite a quella del calore interno, coll' azion loro combinata, cioè le forme tutte delle minerali foftanze. *Tom. I.*, 46.
SVAPORAZIONE. Una maffa d' acqua d' un piede d' altezza, non ifvaporerà così prefto come la fteffa maffa ridotta a fei pollici d' altezza, ed accrefciuta del doppio in fuperficie. Altronde quanto più il fondo è vicino alla fuperficie, altrettanto è più pronta la fvaporazione. *Tom. II.*, 189.
SVILUPPAMENTO. Spiegazione dello fviluppamento, e della nutrizione degli animali, e de' vegetabili. *Tom. I.*, 130. 131.

T

TERMOMETRO *reale*; cioè termometro, i di cui gradi dovrebbero fegnare gli aumenti reali del calore; non può fabbricarfi fe non col mezzo degli fpecchi d' Archimede. *Tom. II.*, 145. 146. Spiegazione diftinta della coftruzione di quefto termometro: *ivi*, 193. *e feg.*
TERRA. L' elemento della Terra può convertirfi negli altri elementi. *Tom. I.*, 144. Ciò che forma l' elemento della Terra fono le materie vetrificabili, la maffa delle quali è mila, e cento mila

volte più confiderabile di quella di tutte le altre foftanze terreftri, che deve riguardarfi come il vero fondo di queft' elemento. *Tom. I.*, 146. 147.

TINO. Così chiamafi il luogo della maggior capacità del fornello, ove fi fanno le miniere di ferro; questo luogo ordinariamente trovafi a un quarto, o ad un terzo dell' altezza del fornello prefa al baffo, cioè a due terzi, o tre quarti dopo il piano fuperiore del fornello. *Tom. II.*, 86.

TRASPARENZA. Cagione della trafparenza; la levigatezza ne' corpi opachi può riguardarfi come il primo grado della trafparenza. *Tom. II.*, 272 *e feg.*

TYMPE. Così chiamafi quel pezzo di ferro, che fi pofa fopra il crociuolo dalla parte dell' apertura, per la quale fi cola la materia nei forni a fondere la miniera di ferro. *Tom. II.*, 87.

V

VASCELLI. Mezzo affai facile, col quale fi potrebbono vedere con femplice occhio fenza cannocchiali i vafcelli in mare tanto lontano, quanto la curvatura della terra lo permette, cioè a fette o otto leghe. *Tom. II.*, 219. 220. Quefto mezzo confifte in fopprimere l' effetto della luce intermedia, *ivi*.

VEGETABILE (il) fi trafmuta nella fua foftanza una gran quantità d' aria, ed una quantità ancor maggiore d' acqua; la terra fiffa, che fi appropria, e che ferve di bafe a quefti due elementi è in così tenue quantità, ch' effa non è che la centefima parte della fua maffa. *Tom. I.*, 131. Il feltro vegetabile non può produrre che una picciola quantità di pietre, all' oppofto il feltro animale ne produce una quantità immenfa, *ivi*.

VEGETABILI (i) hanno un grado di calore proprio; efperienza che lo prova. *Tom. I*, 98. *e feg.*

VERGA di ferro intagliata. Sua fabbrica, e fuo ufo. *Tom. II.*, 66.

VETRIFICABILE. Materie vetrificabili; origine e gradazione delle coste del mare, e della formazione delle materie vetrificabili. *Tom. I.*, 148.

VETRISCIBILE. Le materie vetriscibili sieguono nel loro raffreddamento l' ordine della densità. *Tom. I.*, 362.

VETRO (il) e il termine ulteriore, al quale puonno ridursi col fuoco tutte le sostanze terrestri. — Esso è la base di queste medesime sostanze. *Tom. I.*, 130. 131. Esso è sostanza più antica della terra: *ivi*, 147. Il vetro è dotato d' elasticità, e può piegarsi fino ad un certo segno senza rompersi. Uno specchio di due o tre linee di grossezza può piegarsi all' incirca un pollice per piede. *Tom. II.*, 225.

VETRO d' una grandissima trasparenza. *Tom. II.*, 241. *e seg.* Paragone della trasparenza di questo vetro con quella degli specchi di St. Gobin: *ivi*, 241. 242. Composizione di questo vetro, *ivi*. Difficoltà di fondere il vetro in grandi pezzi grossi: *ivi*, 243. *e seg.*

Z

ZOLFO. Sua composizione, e sua produzione. *Tom. I.*, 58. 59. Lo zolfo è della stessa natura delle altre materie combustibili, e trae parimente la sua origine dai detrimenti degli animali e dei vegetabili, *ivi*. Esso altera, discioglie, ed anche discompone il ferro, e lo snatura; in fatti se avvicinasi una verga di ferro assai rovente ad un ammasso di zolfo, il ferro si liquefa tosto in granaglie, che non son più ferro, nè tampoco fusione, ma una specie di pirite marziale, del quale non se ne può far veruno uso. *Tom. II.*, 84. 85. Lo zolfo passa in fusione con un calore di circa 90. gradi [divisione di Reamur] *ivi*, 110.

Fine della Tavola delle Materie.

INDICE

Di quello ch' è contenuto
in questo Volume.

INtroduzione alla Storia de' Minerali. pag. 3

PARTE SPERIMENTALE.

III. MEMORIA. *Osservazioni sulla natura della Platina.* ivi

IV. MEMORIA. *Esperienze sulla tenacità, e sullo scomponimento del ferro.* 51

V. MEMORIA. *Esperienze sugli effetti del calore oscuro.* 85

VI. MEMORIA. *Sperienze sulla Luce, e sul Calore ch' essa può produrre. Articolo primo. Invenzione degli Specchi per abbruciare a grandi distanze.* 121

Articolo secondo. Riflessioni sul giudizio di Cartesio al proposito degli Specchi d'Archimede, col rischiarimento della teoria di questi Specchi, e colla spiegazione de' loro usi principali. 155

Articolo terzo. Ritrovamento d'altri Specchi

per ardere a minori distanze. 224

Spiegazione delle Figure, che rappresentano il fornello adoperato per rendere curvi i Cristalli, e farne gli Specchi ustorj di diverse specie. 251

VII. MEMORIA. *Osservazioni sui colori accidentali, e sull' ombre colorite.* 267

Tavola delle Materie contenute ne' primi due Tomi di questo Supplimento. j

Fine dell' Indice.

Digitized by Google